



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI UDINE**  
**FACOLTA' DI AGRARIA**

**CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE**  
**AGRARIE**

Gestione delle alberature urbane: analisi dei costi  
e dei benefici ambientali.

Laureando: Alessandro Viglino

Relatore: dott. Alessandro Peressotti

ANNO ACCADEMICO 2005-2006

“Alle persone le cui fatiche vanno al di là del campo delle idee e penetrano in quello della realtà: agli ecologi del deserto, dovunque essi siano, in qualunque tempo essi operino, dedico questo mio tentativo di anticipazione in umiltà e ammirazione...”

(Dune, Frank Herbert)

# INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
1.1 Concezione e storia del verde pubblico .....	5
1.2 Il verde pubblico in Italia .....	7
<b>2. SCOPO ED IPOTESI DI LAVORO .....</b>	<b>12</b>
2.1 Ipotesi di lavoro.....	12
2.2 Articolazione temporale dello studio .....	13
<b>3. STATO DELL' ARTE .....</b>	<b>14</b>
3.1 Raccolta dati.....	14
3.1.1 Considerazioni generali sulla gestione .....	15
3.1.2 Il progetto URGE .....	17
3.1.3 Il progetto RISVEM.....	19
3.1.4 Software: descrizione delle fonti.....	22
3.2 Analisi del software per la gestione del verde pubblico .....	23
3.2.1 Inventari, catasti, censimenti del verde.....	23
3.2.2 Cenni sulla struttura dei database utilizzati nella gestione del verde pubblico .....	24
3.2.3 Normalizzazione dei data base relazionali .....	29
3.3 Proprietà degli applicativi.....	29
3.4 Criteri di valutazione per la creazione del sistema di gestione.....	36
3.4.1 Criterio sicurezza .....	37
3.4.2 Criterio biologico .....	43
3.4.3 Criterio estetico - Criterio storico .....	43

3.4.4 Criterio economico.....	44
3.4.5 Criterio ambientale.....	45
3.4.6 Obiettivi di gestione .....	46
3.4.7 Unificazione dei criteri ed assegnazione dei pesi relativi .....	47
<b>4. ELABORAZIONE.....</b>	<b>48</b>
4.1 Qualità e quantificazione dei dati da gestire .....	48
4.2 Parametri da misurare.....	49
4.3 Analisi dei dati per l'elaborazione del sistema informatizzato .....	51
4.4 Viali disomogenei.....	60
<b>5. CASO DI STUDIO.....</b>	<b>61</b>
5.1 Il lavoro svolto fino ad oggi nella collaborazione fra Università e Comune di Udine.....	61
5.2 Un sistema di valutazione delle alberate .....	62
<b>6. CONCLUSIONI .....</b>	<b>72</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>73</b>

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 Concezione e storia del verde pubblico

Le alberature urbane sono una componente essenziale all'interno di quell'insieme di aree pubbliche destinate dagli amministratori al verde, per il benessere dei cittadini e comunemente chiamate verde pubblico. Il termine verde pubblico è moderno e strettamente legato all'urbanizzazione. Il concetto di verde pubblico è in continua evoluzione ed il suo significato è variato nel tempo con il progredire delle potenzialità scientifiche e tecnologiche, ma più di tutto con l'evolversi della società e dei rapporti sociali.

Con i termini verde pubblico si indica l'insieme delle aree destinate a parco o giardino nel piano regolatore di una città (Zingarelli N.).

Nelle aree non urbanizzate, o poco urbanizzate, tale termine acquisisce un diverso significato con i parchi naturalistici, le aree protette, zone di salvaguardia dell'ambiente naturale, a livello vegetale ed animale.

La storia del verde pubblico è molto antica. I primi giardini, di cui si possiede documentazione, hanno origini antichissime fin dalla città di Uruk in Mesopotamia, 5000 anni fa. E' emblematico come tutti i giardini dell'antichità fossero realizzati in condizioni climatiche assai sfavorevoli per la vegetazione.

I favolosi giardini pensili di Babilonia voluti da Nabucodonosor II per la regina Semiramide e descritti da Strabone nel I sec. d.C. erano annoverati tra le sette meraviglie del mondo; vi si contavano alberi alti fino a 15 metri irrigati con acqua fatta risalire dal fiume Eufrate con una macchina a spirale e convogliata in una doppia intercapedine posta sopra un sistema di volte. Tali percorsi d'acqua avevano una doppia funzione, da un lato irrigavano i giardini e contemporaneamente garantivano un clima fresco alle stanze sottostanti (Cogo et al.) .

Successivamente, in epoca romana, il "verde pubblico" venne gestito dalle classi al potere, e comunque la realizzazione delle aree verdi aveva valore indicativo della stabilità e della magnificenza del "dominus" locale o dell'amministrazione centrale; i

parchi e i viali romani, ne sono un valido esempio, così come i giardini delle ville italiane e dei palazzi francesi.

In assenza di un "governo" stabile e duraturo il verde, come in genere tutti gli edifici e i beni pubblici, andava rapidamente in decadimento. Questo a causa della mancanza di opere di manutenzione, dell'assenza di piani regolatori e di uno sviluppo urbano indisciplinato.

La concezione di "verde pubblico" come noi attualmente lo intendiamo, ha radici meno antiche e si differenzia rispetto a quelle passate per almeno 2 aspetti:

- la fruizione e la proprietà dell'area è pubblica,
- esiste un organo pubblico destinato alla gestione ed amministrazione dell'area stessa.

Durante il XIX secolo i viali alberati e le piazze e le rive dei fiumi vengono integrati nel tessuto urbano, così come i parchi che circondano le antiche ville padronali, che precedentemente occupavano posizioni periferiche.

Da questo punto di vista è emblematico ricordare l'apertura al pubblico di Hyde Park, il più antico parco londinese, nel 1635. Il parco venne aperto al pubblico per permettere ai londinesi di fare legna da ardere e, solo secondariamente, assunse funzioni ricreative. Solamente tra il 1833 e il 1843 il parlamento inglese cominciò a destinare ingenti fondi al fine di creare parchi e giardini ad uso pubblico in città industriali quali Birkinhead, Derby e Liverpool (Bisini C.).

Le cause che avviano questo processo sono da imputarsi all'industrializzazione e agli sviluppi tecnologici che, se da un lato permettono un'urbanizzazione costante, sempre più verticalizzata e concentrata, dall'altro riducono gli spazi aperti e disponibili ad altre funzionalità di carattere sociale. Fino al tardo medio evo, in effetti, le grandi città erano affollate, ma la loro estensione era ridotta e bastava fare poche centinaia di metri per trovarsi in mezzo al verde. L'inquinamento, o almeno la sua componente legata alle tecnologie moderne, una delle grosse problematiche che ci troviamo ad affrontare ai nostri giorni, non era presente e l'industrializzazione era appena agli inizi, quindi, veniva meno la necessità di creare, all'interno delle città, delle aree verdi con funzioni ricreative e protettive.

Prendendo esempio dagli inglesi i francesi nei decenni successivi, dal 1840 al 1860 attuano una pianificazione dello sviluppo cittadino di Parigi, che prevede anche la

creazione di ampie fasce verdi (come il Bois de Vincennes, il Bois de Boulogne, il parco di Buttes-Chaumont) per un totale di circa 100 ettari, demolendo edifici e bonificando terreni acquitrinosi.

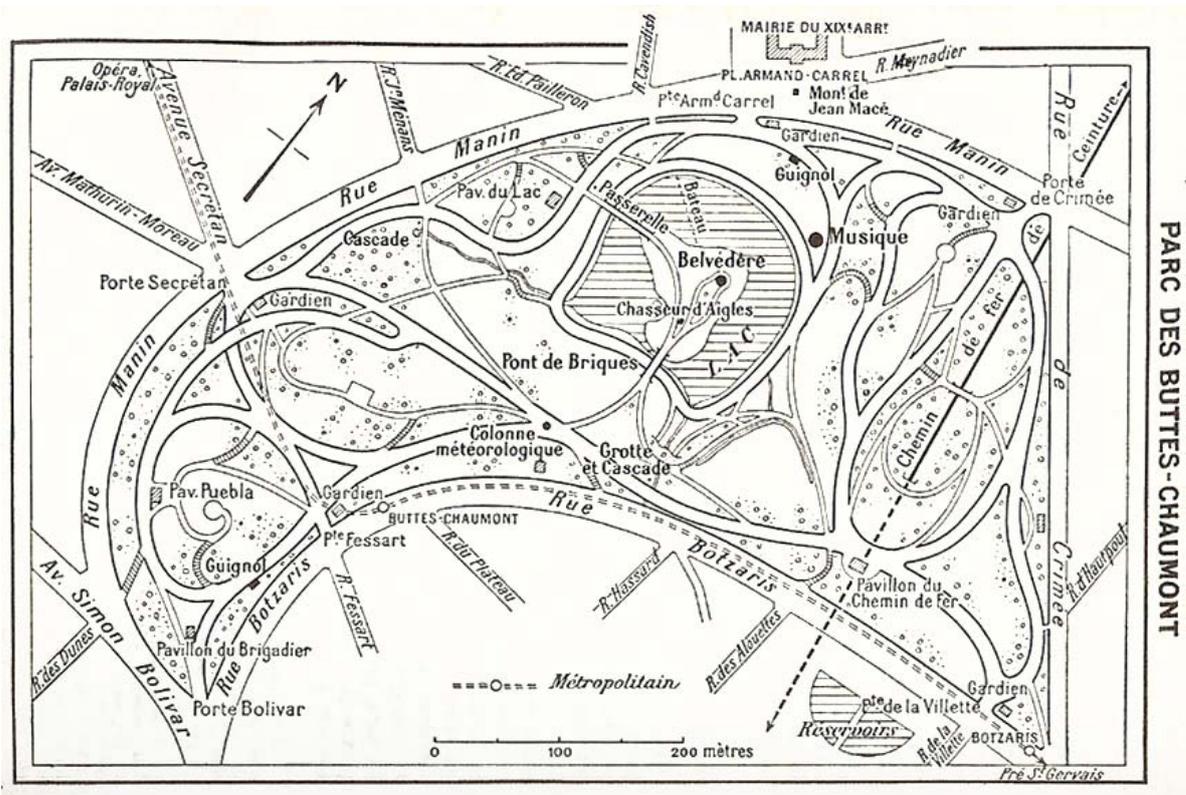


figura 1.1.1 il parco di Buttes-Chaumont

Il verde pubblico e, più in particolare, i parchi urbani trovano un florido sviluppo negli Stati Uniti. Il Nuovo Mondo non aveva tutti i vincoli legati ad un'urbanizzazione storica. E' quindi naturale che proprio lì si sia affermata una nuova concezione del verde pubblico, in particolare dopo i fortunati casi dell'ampliamento del cimitero di Boston e la costruzione di Central Park a New York. Boston, inoltre, diventa il centro di sviluppo del concetto di "fascia verde", cioè una serie di parchi collegati tra loro che circondano la città, che oggi giorno risulta uno dei principali traguardi da ricercare nella progettazione e nello sviluppo del verde pubblico (Bisini C.).

## 1.2 Il verde pubblico in Italia

Anche in Italia si è fatta sentire l'influenza degli eventi che avvenivano all'estero, come ad esempio l'usanza dei rivoluzionari francesi di festeggiare la conquista della libertà piantando un albero, che si diffonde alla fine del '700 in tutt'Europa. Così

anche a Reggio Emilia il 26 agosto 1796 i francesi piantano in Piazza Grande un pioppo tagliato dallo Stradone del Mercato, per festeggiare la cacciata degli Estensi (Comune di Reggio Emilia).

Le prime notizie riscontrate riguardanti la realizzazione di un'area destinata al pubblico riguardano il giardino fuori delle mura di Forlì risalente al 1816 (Comune di Forlì). Sono presenti altri casi di verde destinato al pubblico, ma sono casi rari e sicuramente non pianificati. Le prime aree verdi aperte al pubblico hanno un'origine piuttosto casuale, spesso dovuta alla munificenza di un cittadino importante, sono quindi delle zone per il passeggio o per i pic-nic, e la loro funzione risulta essere essenzialmente ricreativa.

Gli enti pubblici all'atto pratico non avevano linee guida né mezzi disciplinari che indirizzassero gli sforzi in una determinata direzione, in pratica non era presente alcuna programmazione, ne tanto meno alcuna tradizione. Per certi aspetti questa tipologia di verde è nata per dimostrare la non precarietà della società che gestiva il potere locale oppure per ricordare un dato evento; in alcuni casi quindi si trattava di veri e propri monumenti, come il caso dei parchi delle rimembranze.

La mancanza di una qualsiasi linea di condotta programmata continua praticamente fino al 1968, data in cui è stato emesso dal Ministero dei Lavori Pubblici il D.M. n.1444-2/4/1968 sugli standard edilizi. Questo decreto fornisce le prime concrete direttrici per un'espansione edilizia controllata, indicando anche il delinearsi di un problema ecologico. In particolare il decreto definisce per la prima volta la percentuale minima di territorio che deve essere destinata all'uso pubblico. Nel 1972 avviene il passaggio di competenze in materia urbanistica dalla Amministrazione Centrale alle Regioni, con l'emissione di appositi Decreti Delegati. Questi decreti delegati vanno a regolamentare ciò che riguarda le Pubbliche Amministrazioni, il Piano del traffico, il Piano dei parcheggi, il Piano dei rifiuti ecc., tuttavia il problema del verde urbano non è minimamente trattato.

Nel frattempo stava prendendo lentamente piede la consapevolezza della necessità di una gestione del territorio nella sua intera complessità, non trascurando alcuna componente. Nonostante questa presa di coscienza bisognerà tuttavia aspettare fino al D.P.R. n. 616 del 1977, nel quale viene completato il trasferimento delle competenze dallo Stato alle Regioni consentendo la possibilità di disciplinare ogni

aspetto dell'uso del suolo e della sua protezione, comprensivo anche di parametri ambientali.

In particolare è mancata una disciplina statale in questa direzione, sia pure a livello di legge cornice in materia urbanistica nel nostro ordinamento, almeno fino all'entrata in vigore della Legge Costituzionale n. 3 del 2001 che dà infine potere alle regioni ma non fa emergere l'importanza sociale del verde urbano; né risulta che ci sia stata una particolare attenzione verso tale problematica da parte dei Comuni, privi almeno in generale, di una iniziativa autonoma a livello regolamentare che esprimesse l'effettivo interesse della Amministrazione locale alla creazione, o alla stessa crescita, quando fosse stata esigua, del verde urbano (RISVEM).

E' necessario tuttavia ricordare che la sensibilità locale ai problemi dell'ambiente viene fortemente ad interagire con le normative esistenti:

- L'inquinamento in costante aumento, così invadente da obbligare alcune autorità locali al blocco totale degli automezzi in particolari aree dei centri cittadini (isole verdi), in una realtà che indica un continuo peggioramento delle condizioni ambientali.
- gli spazi aperti anche con funzione sociale perché gli abitanti delle grandi città, in rapida crescita, sentono il peso della mancanza del verde, in particolare di quello pubblico.

La reazione a livello locale, nei singoli comuni si fa sentire dagli anni 90 in poi, con l'adozione di regolamenti specifici sul verde pubblico (vedi i numerosi regolamenti del verde citati in bibliografia). Questi regolamenti locali si appoggiano a tutte le fonti di legge e regolazione conosciute, e sono la risposta locale alla mancanza di una regolamentazione a livello statale. Tra le prime fonti ufficiali di una normativa a carattere non locale, troviamo le direttive europee, quale la Direttiva CEE 92/43 (relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche) del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.

Un'altra sorgente per la costituzione dei regolamenti del verde è sicuramente **Agenda 21** che consiste in un documento programmatico sottoscritto da 178 paesi nel summit delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo, svoltosi a Rio de Janeiro nel 1992 (vedi ad esempio Comune di Aosta). Il documento evidenzia principi, obiettivi e

azioni a cui devono orientarsi le politiche a livello globale, nazionale e locale, per la promozione di uno sviluppo più equilibrato del territorio nel rispetto dell'ambiente, nel XXI secolo.

A livello statale la più logica sorgente di questo tipo di regolamenti è costituita dalle Norme di Attuazione del Piano Regolatore Generale, Regolamento edilizio, Nuovo Codice della strada, Regolamento di Igiene, Regolamento per la disciplina del servizio di gestione dei rifiuti, Legislazione regionale in materia di protezione della flora e disciplina di raccolta dei prodotti del sottobosco, Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale della Regione Emilia Romagna, che tuttavia non si occupano in modo organico delle problematiche inerenti alla programmazione e gestione del verde pubblico ma vedono singoli aspetti della questione, inerenti alla particolare normativa di cui si tratta (vedi ad esempio Regolamento del Verde del Comune di Sant'Ilario).

Infine i comuni possono anche appoggiarsi ad enti pubblici e privati, come le università e le associazioni come WWF, Linnæambiente, ISA (International Society of Arboriculture). Tra queste per esempio possiamo evidenziare una proposta del WWF al Comune di Aversa (Gatto A.) per un regolamento comunale per la tutela e l'incremento del verde .

Questi regolamenti del verde a carattere locale raccolgono, in base ai mezzi e agli interessi dell'ente committente, le direttive e le normative per lo sviluppo ed il mantenimento del verde pubblico di singoli comuni. E' evidente come la realizzazione di questo tipo di opera manchi completamente di un coordinamento a livello provinciale, regionale e statale. Ad esempio alcuni comuni si sono posti principalmente il problema di abbattere l'inquinamento atmosferico, altri semplicemente si sono preoccupati di organizzare servizi con funzioni prevalentemente estetiche, altri ancora hanno programmato o impostato la progettazione di città giardino.

L'analisi dello stato dell'arte della normativa relativa al verde urbano svolta durante il progetto regionale RISVEM (RISVEM) si basa su una indagine condotta sui 103 capoluoghi di provincia italiani a cui è stato inviato un questionario per identificare il grado di regolamentazione del verde pubblico e privato.

Circa il 79% (84 comuni) degli intervistati, hanno risposto positivamente; la maggior parte di essi è concentrata nel centro-nord Italia. Un punto rilevante risulta lo stato

generale di arretratezza per quanto riguarda l'esistenza in sede locale di un regolamento del verde, a parte la regione Emilia Romagna e, in misura minore la Toscana, la Lombardia e il Piemonte. In particolare risulta che solo il 23% delle amministrazioni comunali che hanno risposto (19 comuni) era in possesso di un regolamento del verde, e di queste 16 sono situate al centro-nord. Va tuttavia ricordato (RISVEM) che a tutto il 2003 molte amministrazioni (circa il 60 %) annunciavano che era prevista a breve l'adozione di un regolamento. Molti comuni in mancanza di un regolamento specifico, utilizzano delibere comunali e ordinanze sindacali per rispondere alle specifiche esigenze di gestione del verde urbano. Il 63% dei comuni presentano, all'interno del Piano Regolatore Generale o delle relative norme di attuazione, elementi volti alla tutela e manutenzione del verde urbano. In conclusione ben il 74% dei Comuni si è dotato di qualche strumento utile alla gestione del verde. E' comunque da sottolineare come l'interesse verso una politica di settore sia andata crescendo con gli anni, e a testimonianza di ciò rimane la manifestata intenzione da parte di molte Amministrazioni di dotarsi di regolamenti a breve e medio termine.

Oltre all'arretratezza per quanto riguarda l'assunzione di regolamenti specifici, a livello locale, per le problematiche ambientali, l'Italia ha un grosso problema legato a fattori climatici che possono condizionare fortemente la programmazione e la gestione del verde pubblico. Il problema è di carattere molto generale, ad esempio, prendendo in considerazione i paesi nordici, uno per tutti la Gran Bretagna, ho avuto modo di constatare che in questi anni di fluttuazioni climatiche ricorrenti, le carenze idriche e le temperature elevate in assoluto, hanno creato notevoli disagi e problemi ambientali che non si era preparati ad affrontare. Questo è evidente con l'ingiallimento dei manti erbosi dei grandi parchi londinesi o come quelli di Dublino nel 1995, similmente si è osservato l'ingiallimento e morte non solo dei fiori presenti nelle aiuole e nelle bordure cittadine, ma in alcuni casi anche di vegetazione ad alto fusto. Questo aspetto è stato messo in risalto anche da un recente articolo presente nella rivista specialistica **The Garden** (Worpole k.). Si può quindi osservare che se da un lato c'è la carenza legislativa, dall'altro in Italia il problema è più complesso perché ci si trova ad affrontare il problema climatico che da noi, in determinate situazioni diventa preponderante.

L'utilizzo di esperti stranieri in Italia dimostra una volta di più che ci vuole una reale conoscenza dei problemi locali, delle caratteristiche climatiche ed ambientali, per potere effettuare una buona politica del verde pubblico.

## **2. SCOPO ED IPOTESI DI LAVORO**

Il progetto di questa tesi ha come obiettivo l'analisi di quanto è stato fatto nell'emergente settore della gestione del verde pubblico, ad un livello sia teorico che pratico; su questa base si intende quindi effettuare un confronto ed una sintesi delle varie iniziative attualmente in atto. Dopo aver messo in evidenza gli stadi evolutivi della sensibilità e dei procedimenti sviluppati fino ad oggi, si intende proporre una soluzione di avanguardia.

Lo studio prevede di basare la gestione del verde pubblico su determinati principi e di sviluppare alcuni criteri per la realizzazione di un sistema informatizzato per la gestione del verde pubblico, ed in particolare del verde verticale.

In questo modo si intende costituire un moderno database inventariale delle aree verdi pubbliche presenti nel tessuto cittadino e fornire un supporto alle decisioni sugli interventi di gestione ordinaria e straordinaria del verde pubblico, tenendo conto degli attuali mezzi presenti per tale scopo. In particolare si intende individuare e discutere, nei loro vari aspetti, una serie di possibili criteri che guidino le scelte gestionali del verde pubblico verticale. Questi criteri possono costituire gli elementi di una trattazione su base quali quantitativa delle problematiche affrontate, in maniera tale da ottenere degli indici di valutazione che non implicino componenti di valutazione soggettive. I criteri e la trattazione matematica conseguente in una fase successiva verranno applicate ad alcuni modelli ed ad un caso pratico del Comune di Udine, nell'ambito della collaborazione in atto tra l'Università degli studi ed il Comune.

### **2.1 Ipotesi di lavoro**

L'analisi del materiale preso in considerazione servirà alla creazione di una lista di criteri per la valutazione del verde pubblico, in particolare del verde verticale, cioè le

alberature urbane.

I principali aspetti delle alberature urbane considerati sono:

la funzione ecologica (inquinamento e microclima), la funzione di assorbimento dei rumori (consumi energetici e confort), la capacità di controllare la temperatura (evapotraspirazione e ombra), la funzione ornamentale e di conservazione del patrimonio storico - paesaggistico sono i principali benefici delle alberature urbane.

Altri benefici quali la fitoremediazione dei suoli, la depurazione delle falde acquifere, l'utilizzo di colture che meglio si adattino all'ambiente di utilizzo per ridurre le operazioni di protezione fitosanitaria, la sicurezza, potrebbero essere considerati ed aggiunti quali ulteriori criteri di valutazione.

I benefici possono essere valutati in maniera quantitativa mediante la creazione di indici. La corretta gestione prevede di massimizzare nel lungo periodo i benefici così individuati rispetto ai costi per l'impianto e la manutenzione delle alberature cittadine.

L'assegnazione di pesi ai diversi indici permette di assegnare in modo univoco e ripetibile l'importanza relativa dei diversi benefici derivanti dalle alberature cittadine.

La creazione di un sistema informatizzato basato su un inventario delle alberature permette di analizzare la situazione attuale, prevedere le dinamiche e individuare i corretti criteri di gestione nel medio - lungo periodo.

## **2.2 Articolazione temporale dello studio**

In una prima fase si è proceduto alla raccolta di dati di varia natura, sulla classificazione e gestione del verde utilizzando prevalentemente fonti bibliografiche e informatiche.

Il materiale raccolto è stato ordinato e classificato dividendolo in due categorie. La prima categoria contiene prodotti che forniscono elementi utili per impostare il discorso in termini generali, ma che non sono direttamente pertinenti alla tematica in oggetto; la seconda categoria contiene quei prodotti le cui caratteristiche sono centrate sugli argomenti svolti in questa tesi come ad esempio software di inventariato e gestione del verde e studi di carattere più generale sulle stesse tematiche.

Nella seconda fase vengono analizzati e comparati i vari sistemi sviluppati fino ad ora da enti e società pubbliche e private. A questo riguardo è d'obbligo una distinzione tra software che vengono utilizzati da aziende private per la manutenzione del verde pubblico e/o privato e software utilizzati da enti pubblici. un'azienda privata, a differenza di un ente pubblico, non ha la necessità di inventariare aree ampie come parchi naturalistici o la totalità del verde comunale, anzi di norma non ha alcuna necessità di creare un inventario delle aree di lavoro, le sarà sufficiente un'agenda operativa in quanto la programmazione del lavoro avviene al momento in cui il privato o l'ente pubblico le commissionano una determinata opera. In alcuni casi in base al tipo di contratto saranno da impostare più date di intervento. In questa fase quindi si individueranno e analizzeranno i software facilmente reperibili. Esistono alcune aziende private americane che producono software dedicati all'inventariato e alla manutenzione del verde pubblico, ma anche in questo caso bisogna porre estrema attenzione al tipo di impostazione del software stesso. I punti cruciali di questo stadio sono l'individuazione dei differenti tipi di software presenti e la scelta dei criteri di valutazione che andranno applicati al fine di favorire la gestione del verde.

Infine verrà proposto un modello di software per la catalogazione e gestione delle alberate urbane ed alcune sue potenziali applicazioni utili per la valutazione dei benefici e dei costi da parte degli utenti.

### **3. STATO DELL' ARTE**

#### **3.1 Raccolta dati**

La raccolta dei dati necessari allo sviluppo di questa tesi, è stata effettuata tramite interviste, ricerche di tipo informatico, di tipo cartaceo e bibliografiche.

Le ricerche informatiche sono state eseguite utilizzando i motori di ricerca [google.it](http://google.it), [altavista.it](http://altavista.it), [google scholar](http://google.scholar) e [Web of science](http://Web.of.science) (**motori di ricerca**).

Le prime ricerche sono state di tipo generico, utilizzando come parole chiave verde, verde pubblico, gestione, programma e gli equivalenti inglesi. Col ritrovamento di

materiale attinente si è passati ad una ricerca di tipo bibliografico. Ci si è accorti che la bibliografia riguardante questo settore, in particolar modo articoli scientifici, è estremamente povera.

Per quanto riguarda lo studio rigoroso e scientifico, il materiale trovato riguarda essenzialmente due progetti a largo respiro:

- Il progetto europeo URGE (URGE)
- Il già citato progetto RISVEM (RISVEM)

Questi due progetti sono volti alla ricerca multidisciplinare nel campo del verde pubblico, e mirano a migliorare quantitativamente e qualitativamente le caratteristiche del verde, e di conseguenza la qualità della vita negli ambienti urbani. Anche se le tematiche svolte in questi due progetti sono solo in parte pertinenti agli argomenti trattati in questa tesi, di loro si parlerà in modo abbastanza diffuso perché la loro impostazione generale fornisce una serie di concetti importanti.

Ho poi trovato in rete molto materiale, piuttosto eterogeneo, legato essenzialmente alle singole iniziative locali e quindi organizzato per affrontare e risolvere singoli problemi specifici ma, proprio per questo, poco adatto a fornire elementi di carattere generale.

Infine è stata reperita tutta una serie di software applicativi, nella maggior parte rivolti alla gestione del verde pubblico e quindi di un certo interesse per questa tesi.

### **3.1.1 Considerazioni generali sulla gestione**

E' importante a questo punto fare una distinzione di base, in quanto il verde pubblico può essere facilmente suddiviso in verde **orizzontale** e **verticale**. Per verde verticale si intendono normalmente alberi arbusti e quant'altro sorga verticalmente dal suolo; mentre per verde orizzontale si intendono i manti erbosi, fiori e piante ornamentali, siano essi presenti in giardini, parchi o nelle aree spartitraffico.

Una volta definita con chiarezza la distinzione fra verde orizzontale e verticale va messo in evidenza che la scelta di concentrare questo studio sul verde verticale è determinata anche dal fatto che gli alberi contrariamente al verde orizzontale richiedono manutenzioni diversificate, programmabili nel tempo ed inoltre i tempi di gestione sono tendenzialmente lunghi.

Proprio per questi motivi le modifiche dello stato attuale devono avvenire in modo graduale ponendo particolare attenzione alle nuove tipologie di progettazione.

La stessa gestione del verde, vista come processo a lungo termine va ad influenzare in modo incisivo la pianificazione delle nuove opere da realizzare, in quanto una buona progettazione permette dei risparmi a livello economico, ma porta anche a notevoli miglioramenti per quel che riguarda gli aspetti ambientali, la diminuzione dell'inquinamento sonoro, atmosferico e delle polveri.

Gli alberi vengono comunemente suddivisi, in base alle dimensioni che raggiungono a maturazione, in alberi di prima grandezza, seconda grandezza e terza grandezza.

Attualmente i concetti di alberi di prima, seconda e terza grandezza non sono univocamente definiti, esistono varie definizioni non coerenti fra loro e legate essenzialmente alla libera interpretazione dei tecnici locali che le hanno di volta in volta formulate; in altri termini non esiste una definizione standard valida su tutto il territorio nazionale.

**Tabella 1.3.1**

Classificazione delle grandezze degli alberi in alcuni comuni italiani

<b>Comune</b>	<b>I grandezza</b>	<b>II grandezza</b>	<b>III grandezza</b>
Aversa	> 18 m	12-18 m	< 12 m
Ferrara	> 16 m	10-16 m	< 10 m
Livorno	> 16 m	10-16 m	< 10 m
Opera	> 20 m	10-20 m	5-10 m
Pianoro	> 18 m	12-18 m	< 12 m
Pinerolo	> 20 m	10-20 m	< 10 m
Riccione	> 18 m	12-18 m	< 12 m
Rimini	> 18 m	12-18 m	< 12 m
Sala Bolognese	> 20 m	10-20 m	< 10 m
Sant'Ilario D'Enza	> 18 m	12-18 m	< 12 m
Sarezzo	> 20 m	10-20 m	< 10 m
Savignano	> 20 m	10-20 m	< 10 m
Segrate	> 20 m	10-20 m	< 10 m
Soliera	> 20 m	10-20 m	< 10 m
Tradate *	> 25 m	24-15 m	2,5-14 m
Verbania *	> 25 m	15-25 m	2,5-8 m

\*Comuni in cui esiste anche una classe di alberi di quarta grandezza, nel quale caso sono unite le classi 3<sup>^</sup> e 4<sup>^</sup>.

In questo senso ho svolto una ricerca, sui criteri utilizzati in parecchi comuni italiani che si basano sull'altezza raggiungibile e talvolta sul diametro della chioma

raggiungibile. Nella tabella 1.3.1 sono riassunte le classificazioni operate basandosi sul solo parametro dell'altezza raggiungibile, che appare quella di più ampia generalizzazione.

La problematica della gestione del verde pubblico è influenzata da una moltitudine di aspetti. Da una parte c'è il problema delle amministrazioni che negli ultimi anni, in seguito a problemi di natura sociale, di inquinamento, e di valorizzazione dell'ambiente si sono sentite obbligate ad applicare dei metodi validi per migliorare la qualità e la quantità del verde. Ci sono d'altro canto notevoli problemi tecnici di gestione, in quanto mancando una tradizione della gestione del verde pubblico, bisogna formare il personale necessario alla messa in pratica delle corrette operazioni agronomiche. Esiste poi il problema economico, che va ad incidere sul processo di gestione e pianificazione delle nuove aree da sviluppare e/o recuperare.

E' molto importante anche fare la distinzione tra gestione delle aree pubbliche, parchi pubblici con funzione ricreative ed il resto delle aree verdi con funzioni varie ma soprattutto ornamentali.

Passando ad un esempio pratico, nell'inventario possiamo georeferenziare albero per albero, prendere nota dell'età della pianta, del diametro del fusto, dell'altezza del primo palco e dell'altezza totale, della forma della chioma, del minuzioso stato fitosanitario, della composizione del terreno, dell'ampiezza dell'apparato radicale, ed inserirvi altri 1000 parametri. Tutto ciò è realmente necessario per tutti gli alberi? O potrebbe esserlo solo per determinate specie o solo per piante di prima o seconda grandezza? Oppure bisogna distinguere anche fra trafficati viali del centro e parchi naturalistici?

### **3.1.2 Il progetto URGE**

Il progetto europeo URGE, acronimo di **UR**ban **G**reen **E**nvironment, sviluppo degli spazi verdi urbani per migliorare la qualità della vita nelle città e nelle regioni urbane è stato supportato da un finanziamento comunitario: Commissione Europea, DG Ricerca, Azione Chiave 4: "Le città del domani e il patrimonio culturale". Il progetto si è sviluppato nel periodo marzo 2001 - febbraio 2004, attualmente disponibili i risultati ottenuti. I partecipanti erano 12 istituzioni di 6 paesi diversi, coordinati dal

Dipartimento delle Regioni Urbane all'UFZ Centro per la Ricerca Ambientale Leipzig-Halle di Lipsia in Germania, più 6 istituti scientifici:

- The Leibniz Institute for Ecological and Regional Development in Dresden
- The University of Helsinki
- The Free University Amsterdam
- The University of Central England in Birmingham
- The Institute COMETT Li. Sa. di Genova
- The Hungarian Academy of Sciences in Budapest

Infine erano presenti 5 enti locali e cioè la Regione Liguria, le città di Lipsia, Birmingham, Budapest e la Budapest Urban Planning Ltd., il cui compito era di testare la validità scientifica dei risultati e la loro applicabilità.

Il progetto ha incrementato le conoscenze degli ambienti verdi urbani, nelle interazioni tra questi e gli ecosistemi naturali, tramite una ricerca di tipo multidisciplinare, analizzando non solo gli aspetti più propriamente tecnici e scientifici, ma anche i risvolti economici e sociali, al fine di sviluppare nuove strategie per la progettazione e la gestione del verde urbano.

I presupposti del progetto erano che le aree verdi avessero un potenziale volto a migliorare le condizioni di vita nei centri urbani, non ancora ben conosciuto e considerato. Ogni amministrazione ha selezionato due aree verdi presenti sul proprio territorio e li ha utilizzati come casi di studio. Oltre a migliorare le condizioni di quelle aree, i risultati hanno permesso di verificare le direttive politiche del verde urbano presenti in Europa, confrontarle, e di consigliare delle nuove linee guida, efficaci e comunitarie. Le ricerche sono state svolte da ricercatori e operatori di diverse discipline, per ottenere un prodotto di vasta applicazione e facile consultazione. All'atto pratico il progetto ha portato alla realizzazione di un manuale, scaricabile dal sito internet del progetto (URGE), ed un CD-ROM. Il manuale è diviso in 5 sezioni:

- A. Introduzione
- B. "toolbox"
- C. la buona pratica
- D. le città verdi del domani
- E. conclusioni

La sezione B. riassume i metodi e gli strumenti utilizzati, fornendone una descrizione operativa e la giustificazione teorica. Essi sono il **Profilo della città**, il **Catalogo interdisciplinare dei criteri**, i **Metodi di valutazione**. Il **Profilo della città** è un questionario che serve ad inquadrare le condizioni generali della città in esame. Il **Catalogo interdisciplinare dei criteri** volto all'analisi specifica e multidisciplinare delle aree verdi presenti. **Metodi di valutazione**: quelli presentati sono 2: PFAM acronimo di PolyFunctional Assessment Method ed il metodo FLAG, e oltre alla spiegazione dell'utilizzo dei metodi è presente anche un confronto che mette in vista vantaggi e svantaggi del primo rispetto al secondo.

Il metodo PFAM è in grado di analizzare sia singole aree verdi che l'intero sistema del verde di una città, confrontandone la situazione reale con gli obiettivi teorici proposti o con altre realtà. Il metodo FLAG può essere utilizzato sia come procedura di classificazione sia come metodo di visualizzazione ed è in grado di valutare se esistono, in base ai vincoli esistenti, alternative accettabili e più efficienti.

La sezione C., della buona pratica, apporta un grande numero di esempi pratici della buona gestione del verde pubblico; fra gli esempi citati c'è anche il parco urbano del Prà di Genova.

La sezione D., le città verdi del futuro, indica una serie di strategie a lungo termine per un incremento delle aree verdi urbane alla luce di tutti gli aspetti analizzati, indicando anche alcune metodologie per la raccolta di fondi e per incrementare gli studi avviati col progetto stesso.

La sezione E. quella conclusiva, dove viene evidenziato che il processo per rendere le città più verdi e fruibili è ancora lungo e stiamo facendo adesso i primi passi. Inoltre sottolinea come l'unica strada da prendere sia quella di una sempre più ampia collaborazione a livello globale.

### **3.1.3 Il progetto RISVEM**

Il progetto RISVEM ha obiettivi simili a quelli del progetto URGE e tra questi la creazione di un manuale pratico a supporto della gestione del verde.

Il progetto è regionale: RISVEM **RI**cerca sui **Sistemi di VE**rde **M**ultifunzionale in ambito toscano (progetto affidato attraverso bando di Ricerca ARSIA su

"Realizzazione e gestione multifunzionale degli spazi verdi urbani e periurbani"), iniziato nel settembre 2003 e termina nel giugno 2006. Mentre scrivo questa tesi non sono ancora disponibili i risultati di questa ricerca, è invece disponibile la **Revisione critica dello stato dell'arte della ricerca** (RISVEM, 2004) scaricabile dal sito ufficiale.

L'interesse per questo progetto è dato anche dal partenariato che è misto, e va dagli operatori nel campo scientifico, all'ambito imprenditoriale e all'ambito costituito da soggetti privati e pubblici:

- Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali dell'Università di Bari
- Accademia Italiana di Scienze Forestali - AISF
- Dipartimento di Biotecnologie agrarie dell'Università degli Studi di Firenze
- Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura dell'università degli Studi di Firenze
- Dipartimento di Economia Agraria e delle Risorse Territoriali dell'Università degli Studi di Firenze
- Arboricoltura Ornamentale e di Tecnica vivaistica - Facoltà di Agraria di Milano
- La Cooperativa DEMETRA
- Toscana Verde Cooperative Forestali
- La D.R.E.A.M.
- Associazione Italiana Direttori e Tecnici Pubblici Giardini – delegazione Toscana
- Centro Sperimentale per il Vivaismo
- CIPA.AT.
- ASM Azienda Servizi Ambientali
- Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali
- Quartiere 5 del Comune di Firenze
- Comune di Poggio a Caiano

Nello specifico gli obiettivi del progetto sono:

- Definizione del quadro attuale delle conoscenze
- Valutazione dei costi di realizzazione/gestione e dell'efficacia di determinate pratiche nonché dei valori sociali legati agli spazi verdi e di altre esternalità

- Definizione del quadro normativo e elaborazione di proposte normative a livello locale/regionale
- Valutazione delle conoscenze e delle innovazioni inerenti l'impiego della vegetazione per il miglioramento della qualità dell'aria nelle aree urbane, per il bio-monitoraggio ambientale, per la fito-rimediazione dei suoli inquinati
- Valutazione delle conoscenze in materia di stabilità delle alberature
- Predisposizione di metodologie di censimento delle aree verdi
- Predisposizione di linee guida tecnico-operative per la pianificazione, progettazione, realizzazione e gestione di spazi verdi multifunzionali.
- Descrizione delle attività

Le fasi previste sono 4:

- Fase 1: Revisione critica della stato dell'arte della ricerca
- Fase 2: Analisi tematiche ed elaborazione di metodologie
- Fase 3: Analisi tematiche ed elaborazione di metodologie di censimento (seconda parte)
- Fase 4: Elaborazione di modelli di gestione sostenibile del verde urbano (compendio)

Come già detto ad oggi è disponibile solamente il documento (RISVEM, 2004) redatto nella prima fase, che è già un valido supporto per chiunque deva svolgere ricerche ed approfondimenti nel settore del verde, non solo per il valore intrinseco della ricerca ma anche per i numerosi riferimenti bibliografici. L'elaborato **Revisione critica dello stato dell'arte della ricerca** fa un quadro sulle conoscenze attuali e le innovazioni riguardo l'utilizzo della vegetazione per migliorare le qualità di vita negli ambienti urbani, ed in particolare è incentrato su:

- Il miglioramento della qualità dell'aria
- il biomonitoraggio ambientale
- l'assorbimento e la riduzione del rumore
- la fitorimediazione dei suoli inquinati
- la depurazione delle acque
- gli effetti positivi sul clima
- le normative esistenti sul verde urbano

### 3.1.4 Software: descrizione delle fonti

Il punto di partenza per quanto riguarda la ricerca e l'analisi di software per il verde è stato il compendio: **"A Guide to Street Tree Inventory Software"** (Olig G. A., Miller R. W.), che identifica e analizza alcuni software americani:

- **Canopy, Inventree** (della Kunde Company),
- **Inventree** (della Solutions by Lehman),
- **Silvibase**,
- **TreeKeeper**,
- **TreeKeeper Jr.**,
- **TreeKeeper on line**,
- **Tree Manager**,
- **Trims'97**,
- **Urban Forest Inventory**,
- **Urban Forest Inventory System**,
- **Urban Management System Inventory**.

Come dice il nome stesso della guida i software sono specifici per l'inventariato e la gestione di viali alberati, il compendio in ogni caso ha fornito una serie di dati molto utili per l'impostazione della tesi.

Questi software sono tutti antecedenti al 1997, quindi prodotti con tecnologie e criteri informatici ormai superati rispetto alle potenzialità di immagazzinamento ed elaborazione dati dell'ultima generazione di computer, tuttavia hanno fornito una serie di criteri di base sempre validi nel tempo, che costituiscono alcuni degli elementi chiave anche dei software più recenti.

Analizzando quanto è stato fatto in Italia, il punto di partenza sono stati i due progetti, quello regionale (RISVEM) e quello europeo (URGE). Successivamente sono stati visitati i siti ufficiali di alcuni dei comuni italiani più grandi, in quanto più facilmente si possono permettere delle tecniche specifiche per la programmazione, gestione e manutenzione del verde.

Per quel che riguarda i software commerciali trovati la ricerca ha permesso di individuare le seguenti case produttrici con i relativi software:

- **Infovadis** con il software **GreenFinder** (Infovadis).
- **D.R.E.AM.** Italia con il software **PIAVE** (D.R.E.AM.).
- **A.D.M** con il software **Villa Fiorita** (A.D.M.)
- **SIS.TER S.P.A.** con il software **WebGIS** (SIS.TER)
- **Futura sistemi informatica e ricerca** con il software **GINVE.shp** (Futura Sistemi)

Il materiale trovato è scarso, se si pensa che la ricerca è stata svolta incrociando tutte le parole chiave che potessero ricondurre a case produttrici e software specifici per la gestione del verde, bisogna considerare tuttavia che parte del materiale reperito è stato in un secondo tempo scartato, in quanto le tematiche affrontate avevano scarsa pertinenza con quelle sviluppate in questa tesi. Va inoltre riconosciuto che queste problematiche hanno incontrato la sensibilità della nostra società solo in tempi relativamente recenti.

### **3.2 Analisi del software per la gestione del verde pubblico**

I progetti ed i software analizzati evidenziano molti punti in comune e l'impostazione generale è quella di dare dei nuovi strumenti atti alla gestione del verde.

I software di gestione del verde sono innanzi tutto dei veri e propri censimenti del verde, questo è uno dei punti fondamentali da valutare; poiché i software si basano ed elaborano dati contenuti in un database, se l'archivio di base è costruito in maniera non corretta e non facilmente aggiornabile, il software potrà risultare inadeguato e talora anche ridondante.

#### **3.2.1 Inventari, catasti, censimenti del verde**

Storicamente i censimenti, catasti o inventari del verde risalgono agli inizi del 1900 (RISVEM). In particolare la maggior parte delle informazioni giungono dagli Stati Uniti ove le amministrazioni locali hanno da sempre avuto un certo riguardo per la conoscenza del proprio patrimonio arboreo. Con l'avvento dell'era informatica è naturale che chi aveva già un inventario del verde pubblico sia passato ai sistemi

informatici e quindi ai database. Per quel che riguarda l'organizzazione, la struttura, qualità e quantità di informazioni che caratterizzano questi censimenti, c'è una continua evoluzione nel tempo dettata da fattori sociali, economici e culturali. Sono tre le principali funzioni dei censimenti del verde:

1. Funzione patrimoniale: c'è la necessità di conoscere in maniera dettagliata il patrimonio del verde.
2. Funzione gestionale: è in realtà la principale causa che porta attualmente alla realizzazione di un inventario del verde pubblico, in modo da poter definire e prevedere i costi di gestione dell'intero settore.
3. Funzione ambientale: essa permette un'adeguata valutazione del contributo al benessere della comunità fruitrice e considera inoltre l'integrazione con progetti futuri.

Negli U.S.A. i catasti del verde sono sovvenzionati dallo stato, per esempio il Pennsylvania Urban and Community Forestry Council all'interno del "The America the Beautiful Grants Program 2003" supporta finanziariamente i censimenti del verde di quartiere, specie se condotti attraverso l'impiego di volontari.

Sempre in America sono stati sviluppati i primi sistemi estimativi di valutazione del patrimonio arboreo, negli anni '50 col tempo migliorati e sviluppati, questi hanno valenza nelle fasi di verifica periodica, nei bilanci annuali, o permettono una rapida valutazione dei danni in casi catastrofi naturali o dolose (Chadwick, Burns, CTLA, Bovo et al.).

Quindi per analizzare un programma bisogna partire dal database che ne costituisce la fonte di dati, questo tipo di analisi ci permette di capire diversi aspetti riguardanti la complessità ed il grado di dettaglio raggiungibili.

### **3.2.2 Cenni sulla struttura dei database utilizzati nella gestione del verde pubblico**

Un data base è una raccolta di dati, detti record, che normalmente sono raccolti in tabelle. All'interno delle tabelle abbiamo righe e colonne, suddivise in campi; ogni riga o colonna normalmente rappresenta una o più caratteristiche (campi) applicabili

ad una informazione o record. Quindi l'unione delle caratteristiche che costituiscono i campi di una riga, formano un record, in linguaggio informatico.

Le tabelle di record non sono altro che la raccolta di dati che possono avere caratteristiche paragonabili. Tabelle diverse possono contenere dati tra loro correlati, i tipi di correlazione normalmente possibili possono essere unidirezionali, cioè ad esempio da una tabella 1 a una tabella 2 o bidirezionali.

Passiamo quindi a definire i diversi tipi di relazioni che si possono instaurare tra diverse tabelle:

- Uno a uno, in cui ad ogni record di una tabella corrisponde un solo record di un'altra tabella,
- Uno a molti, in cui ad un elemento di una tabella corrisponde più di un elemento di un'altra tabella,
- Molti a uno, dove molti elementi di una tabella convergono ad un solo record della tabella ad esso correlata,
- Molti a molti in cui uno o più record di una tabella sono in relazione con più elementi di un'altra tabella.

Tenendo in considerazione la notevole quantità e i diversi tipi di relazioni che possono intercorrere tra gli elementi dei record e le diverse definizioni che si possono attribuire ai record di un database, si può intuire che diverse categorie di database possano essere strutturati in modo differente, a livello di concezione e di gestione.

Fino alla fine degli anni 70 i database in circolazione erano essenzialmente di due tipi: **gerarchici** e **relazionali**.

Nei database di tipo gerarchico le diverse informazioni erano raccolte non propriamente in tabelle, ma in file di testo. Ogni file conteneva un'informazione e le correlazioni erano i richiami ad altri file.

Questo sistema implicava l'utilizzo di un numero estremamente alto di file di testo e non permetteva una agevole visione d'insieme dei dati, che erano spezzettati nei diversi file.

I database di tipo relazionale sono costituiti da serie di tabelle. L'elemento fondamentale di questo tipo di database sono i record e cioè, come già detto, di norma, le singole righe. In questo modo si possono riunire più caratteristiche dello

stesso dato nei vari campi di un solo record. Nell'esempio riportato nella figura 3.2.2.1 si può vedere prima, a sinistra, come venga rappresentata una singola tabella ed i parametri che definisce, ed a fianco si vede la tabella aperta, dove sono stati riempiti i primi 2 record.



**figura 3.2.2.1**

Nella tabella aperta a destra della figura 3.2.2.1 si nota come ad ogni colonna corrisponda una caratteristica della pianta. Normalmente per dare univocità ai singoli record si aggiunge un campo particolare, un indice univoco che normalmente è rappresentato da un numero intero, detto chiave primaria. Ogni nuovo record aggiunto alla tabella avrà un codice differente da tutti i record precedenti, come si vede nel primo campo (chiave primaria) della figura 3.2.2.2.



**figura 3.2.2.2**

Questa procedura fa sì che ogni record occupi uno spazio che è solo suo e che anche dopo una eventuale cancellazione, non verrà occupato da altri record.

Più tabelle possono essere tra loro correlate nei modi più svariati e già visti a formare il data base nella sua completezza. Un esempio di relazioni di diverso tipo, possibili fra più tabelle è illustrato dalla figura 3.2.2.3. Questo tipo di database è attualmente il più diffuso nel campo dei software di gestione del verde.

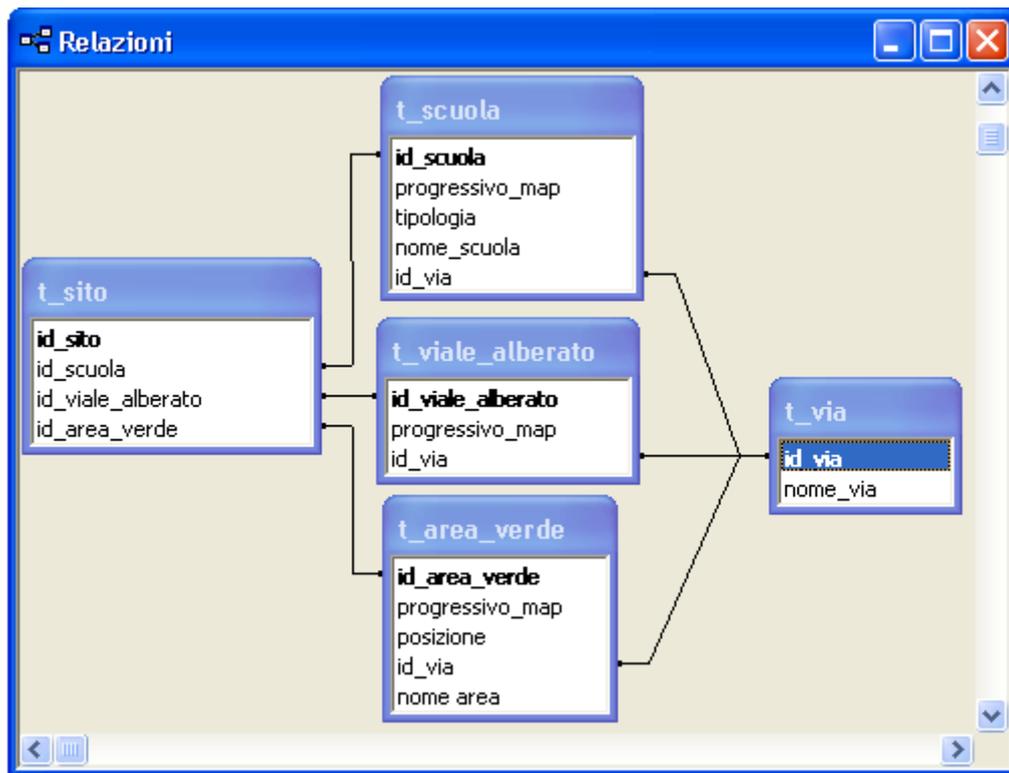


figura 3.2.2.3

Negli ultimi anni si sta diffondendo un nuovo tipo di database, lo "object oriented database", o database ad oggetti (Crowther P. e Hartnett J.). In questo tipo di database cambia la struttura stessa dei dati e vengono introdotti due nuovi concetti. Il primo è la creazione di dati in forma di "oggetti", concetto più facile da capire e da utilizzare dall'utente medio. Gli oggetti saranno definiti anche in questo caso da determinate caratteristiche. Il secondo concetto è la gerarchia, strettamente legato alla concezione di oggetto. In pratica non abbiamo più un record diviso in campi, che definiscono un'informazione, avremo invece la definizione di un oggetto o di classi di oggetti che hanno delle caratteristiche intrinseche che verranno trasferite automaticamente a tutti gli oggetti che saranno suoi figli. In questo tipo di database non è necessariamente detto che le informazioni siano raccolte in tabelle, perché oltre ai normali campi che caratterizzano l'informazione, sono previste delle procedure di gestione dei dati.

Come esempio possiamo prendere la classe "veicoli" e darle una definizione. Passiamo ora a definire la caratteristica "trasposto di persone" che accomuna tutti i veicoli. A questo punto tutti gli oggetti figli della classe veicoli possiederanno la caratteristica "trasporto di persone" ed in più ogni oggetto figlio può avere

caratteristiche proprie che verranno trasmesse ad ulteriori sottoclassi, come evidenziato in figura 3.2.2.4.

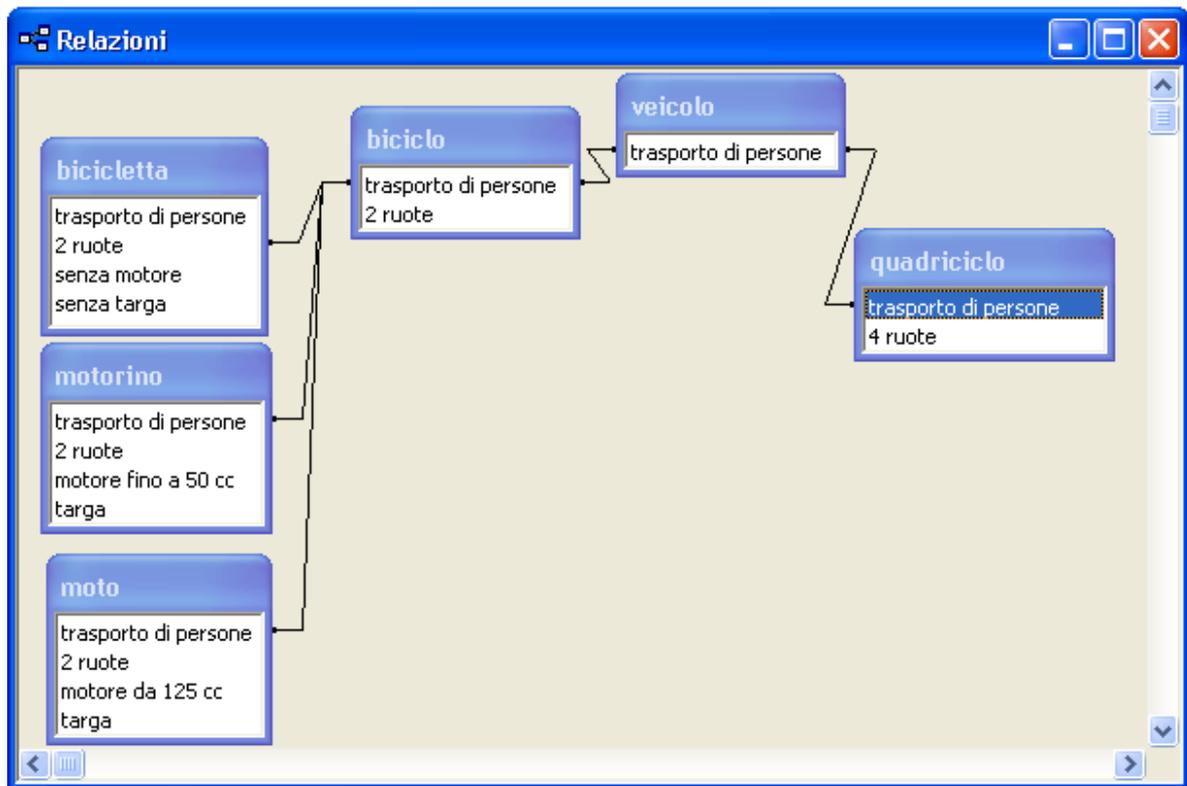


figura 3.2.2.4

Nella creazione di un inventario informatizzato non è importante solo il tipo di database che si vuole creare ma anche e soprattutto come lo si crea. In seguito alle scelte di tipo teorico si avranno una serie di difficoltà di tipo pratico; uno dei grandi problemi nella creazione di un censimento informatizzato è l'individuazione dei dati effettivamente utili sia per quanto riguarda la creazione dell'inventario, sia per quanto riguarda la sua gestione ed il suo aggiornamento.

Nei database ad oggetti il già citato articolo di Crowther e Hartnett mette in evidenza come non esistano protocolli o metodi standard per la realizzazione di database ad oggetti, ma esistono più alternative; una delle più diffuse è l'“Object Modelling Technique” (Rumbaugh et al, 1991) che ha dato i fondamenti per il linguaggio unificato per modelli o “Unified Modeling Language” (Booch et al).

### **3.2.3 Normalizzazione dei data base relazionali**

Un altro dei problemi che chi si propone di realizzare un database si trova ad affrontare è quello di organizzare le proprie operazioni in una sequenza coerente che eviti ridondanze, omissioni e che permetta dei controlli crociati.

L'argomento viene sviluppato essenzialmente per i database relazionali perché essi sono attualmente i più diffusi per affrontare queste tematiche.

Anche se la realizzazione di data base di tipo relazionale è relativamente semplice, è stata inventata una procedura detta di normalizzazione (Crowther P. e Hartnett J.), la cui funzione principale è di ridurre la ridondanza dei dati, causa di malfunzionamenti e che tendenzialmente aumenta la complessità del database. Questa procedura è divisa in più fasi, nella prima fase è richiesto di identificare le informazioni che andranno immagazzinate e, nel caso che queste siano già raggruppate in categorie, di mantenerle, e di assegnare loro degli indici identificativi univoci. A questo punto si procede all'identificazione ed eliminazione delle informazioni ridondanti. La seconda fase consiste in una serie di controlli sia per verificare che gli attributi siano adeguati alle entità a cui si riferiscono, sia per appurare che non vengano immagazzinati dati che possono essere calcolati da altri dati. Nella successiva fase si può passare ad una prima rappresentazione grafica delle relazioni che legano tra loro le entità. Se le diverse fasi sono state eseguite correttamente a questo punto si è pronti a convertire direttamente lo schema in tabelle di data base di tipo relazionale, come Oracle o come Access, quest'ultimo per esempio è stato utilizzato per creare le figure esplicative da 3.1 a 3.4.

Anche con l'utilizzo di questa procedura è tuttavia abbastanza facile commettere errori nel definire le proprietà dei campi che sono presenti nelle varie tabelle, o addirittura, produrre troppe tabelle.

### **3.3 Proprietà degli applicativi**

Illustrati i vari sistemi di strutturazione del database ed immagazzinamento dei dati passiamo ad evidenziare un altro aspetto importante che traspare dall'analisi del materiale raccolto. I primi software di un certo livello per la gestione del verde di cui

si siano trovate informazioni risalgono agli anni '90 (Olig G. A., Miller R. W.). In quegli anni la capacità di elaborazione e di immagazzinamento dei dati era notevolmente limitata da fattori di natura puramente tecnologica, che riguardavano più l'hardware che il software; come diretta conseguenza i software avevano rozze interfacce grafiche e potevano occupare solo pochi megabyte di memoria. Per quanto si cercasse di sviluppare dei sistemi intuitivi e facilmente gestibili, i problemi tecnici generavano spesso ostacoli quasi insormontabili. Con l'avvento e la diffusione negli ultimi anni di macchine sempre più potenti e veloci, si è avuta una conseguente evoluzione a livello dei software.

Per quel che riguarda la compatibilità con i sistemi operativi si riscontra che tutti i sistemi trovati, sono supportati dal sistema operativo più diffuso, e cioè Windows, e che alcuni software danno per scontata la compatibilità con tale sistema operativo.

Le evoluzioni nel campo delle opzioni grafiche permettono di collegare testi ad immagini e viceversa, in modo da poter richiamare un'area o un oggetto, semplicemente individuandoli sulla cartografia digitalizzata. Dal punto di vista dell'utenza questo è un problema di primaria importanza, in quanto gli sviluppi dell'informatica degli ultimi anni, permettono l'utilizzo dei software da parte di un pubblico non specificamente preparato o esperto di sistemi informatizzati.

Le nuove interfacce permettono l'introduzione dei dati e la loro gestione con una serie di semplici operazioni, come premere dei tasti di comando o scegliere le caratteristiche che si vogliono mettere in evidenza da menù a tendina. Il database costituisce la fonte dei dati che, tramite diversi algoritmi, vengono processati per fornire le informazioni utili alle diverse attività di gestione.

La bravura dei programmatori non si misura solo nella completezza del software, nelle operazioni che è in grado di svolgere o nel dettaglio che riescono a raggiungere i programmi, ma anche nella costruzione di un'interfaccia chiara e semplice da utilizzare da parte di un utente non particolarmente specializzato.

Il problema viene quindi spostato su un altro piano, i committenti devono essere il più chiari possibile nella definizione dei dati da evidenziare e nelle operazioni che i software devono poter svolgere.

I software di gestione del verde negli ultimi anni hanno trovato ampio sviluppo a causa del rinnovato interesse delle amministrazioni pubbliche nell'implementare la qualità e la quantità del verde urbano.

E' stato già messo in evidenza che attualmente manca un'attività di coordinamento tra le diverse amministrazioni e quindi ci si trova con un mercato della richiesta e dell'offerta piuttosto eterogeneo.

Per software di gestione del verde si può intendere sia un semplice schedario informatizzato che contenga tutte le piante appartenenti ad un singolo comune, sia un sistema complesso che, sfruttando dei palmari, permetta di georeferenziare (prima) e di identificare (successivamente) in modo univoco le singole piante, tenendo conto delle caratteristiche fisiche, morfologiche e sanitarie di ciascuna di esse, sia un programma che permetta la gestione del personale e delle società atte alla manutenzione del verde e che tenga anche conto della storia di ogni singola pianta. Bisogna inoltre considerare che col termine amministrazione si identificano realtà molto diverse tra loro, partendo da grandi comuni come i capoluoghi di regione ed arrivando ai piccoli comuni montani, di conseguenza le esigenze ed i mezzi a disposizione possono risultare molto differenti.

Poiché le varie ditte produttrici di software li realizzano allo scopo di vendita è stato difficile, se non impossibile, ottenere delle copie di prova, e ciò impedisce un'analisi dettagliata degli stessi. Si è quindi dovuto procedere con una ricerca nei siti ufficiali delle ditte produttrici, che ha permesso la raccolta solo di alcune delle informazioni sulle caratteristiche e le capacità dei singoli programmi.

Le principali caratteristiche che possono essere comuni a qualsiasi sistema informatico atto alla gestione del verde risultano essere:

1. compatibilità con l'hardware ed il software utilizzabili dall'utente
2. compatibilità con i normali sistemi operativi (Windows, Mac, Linux, ...)
3. tipo di database di partenza
4. la possibilità di gestione dei campi, da parte dell'utente, concessa dal software
5. presenza o assenza di georeferenziazione
6. utilizzo di palmari in fase di inventariato e/o nelle fasi di gestione del verde
7. necessità di aggiornamenti e/o corsi di aggiornamento per l'utenza
8. sistemi di aggiornamento del software

Un'analisi, programma per programma, in realtà si rivela poco significativa a causa delle diverse impostazioni nella raccolta dei dati, e per la diversa impostazione di base dei software.

I software evidenziati dal lavoro di Olig e Miller (Olig G. A., Miller R. W.) anche se datati e riguardanti la sola manutenzione delle strade sono un utile metro di paragone per vedere cosa è cambiato negli ultimi anni. Nella tabella 3.3.1 sono evidenziati i parametri modificabili nei software americani, con l'aggiunta della voce GPS, e cioè la possibilità di georeferenziare i dati raccolti. Le tabelle 3.2 e 3.3 evidenziano rispettivamente le caratteristiche tecniche ed i parametri modificabili dei diversi software.

**Tabella 3.3.1** parametri modificabili e possibilità di georeferenziazione.

software	Queries	controlli d'interfaccia	Reports	campi	GPS
Canopy	M	N	M	m	no
Inventree (Kunde)	M	N	M	m	no
Inventree (Lehman)	M	M	M	M	no
TreeKeeper for Windows	M	M	M	m	si
TreeKeeper Jr.	M	N	N	N	no
TreeKeeper Online	m	m	m	m	si
Tree Manager for Windows	M	M	M	m	si
Trims '97	M	M	M	m	si
Urban Forest Inventory System	M	M	M	M	no
Urban Tree Management System	N	N	N	M	si

M = modificabili dall'utenza m = modificabili dal produttore N = non modificabili

Nei software americani degli anni '90 si vede come non tutti i parametri siano controllabili dall'utenza e come alcuni programmi siano chiusi, senza alcuna possibilità di modifica dei parametri. Anche la georeferenziazione era prevista solo per la metà dei software.

Tutti i software analizzati nelle tabelle 3.3.2 e 3.3.3 prevedono un'ampia modificabilità attuabile da parte dell'utenza. Quasi tutti le case produttrici indicano il proprio prodotto come intuitivo, facile da gestire e modificare. Inoltre tutti i programmi permettono di rilevare non solo le alberature ma anche l'arredo urbano (panchine, cestini, etc..).

**Tabella 3.3.2** caratteristiche tecniche identificate nei software

<b>caratteristiche valutate</b>	Greenfinder	Piave	Villa fiorita	WebGis	GINVE
compatibilità con i normali sistemi operativi	Windows, versioni non riscontrabili	Windows 95 98 NT 2000	Non riscontrabile	Windows, versioni non riscontrabili	Windows 98 seconda ediz in poi
tipo di database di partenza	relazionale	relazionale	relazionale	relazionale	relazionale
presenza georeferenziazione	si	si	si	si	si
utilizzo di palmari in fase di inventariato e/o nelle fasi di gestione	si	si	Non riscontrabile	Non riscontrabile	si

**Tabella 3.3.3** caratteristiche modificabili dall'utenza nei software

<b>Caratteristiche valutate</b>	Greenfinder	Piave	GINVE	Villa fiorita	WebGis
parametri rilevabili	verde e arredo urbano				
campi modificabili	Query e reports				
realizzazione cartografia con filtri	si	si	si	si	si
Computo metrico estimativo	si	si	si	si	si
compatibilità con sistemi GIS e georeferenziazione	si	si	si	si	si
log storico dei dati	si	si	si	no	si
sistema per il supporto decisionale	si	no	si	no	no
inserimento multiplo dei dati per i viali, filari e casi simili	no	Non riscontrabile	si	si	Non riscontrabile

Da quello che emerge dal confronto nelle tabelle i software parrebbero abbastanza simili tra loro, a parte alcune eccezioni. In effetti, le più grandi innovazioni, a parte l'aumentata elasticità (evidenziata nella modificabilità dei parametri) ed il progressivo incremento delle dimensioni dei file utilizzati, sono la presenza di un sistema di supporto decisionale e la possibilità di utilizzo di palmari.

L'ultima opzione considerata, in particolare, permette l'introduzione dei dati in tempo reale, riducendone i tempi di immissione e permettendo un confronto diretto, in campo. In base ai dati che è stato possibile raccogliere tutti i programmi analizzati sembrano basarsi su database di tipo relazionale.

La vera innovazione presentata in Greenfinder ed in parte in GINVE, è il sistema di supporto decisionale; che permette di effettuare delle previsioni e valutare e/o programmare i momenti di intervento in base ai parametri immessi dall'utenza.

Purtroppo, come già evidenziato, non è stato possibile ottenere delle copie di prova di quasi nessun software, ne consegue che i dati raccolti non sempre sono chiari e soprattutto verificati; inoltre alcuni software che si spacciano per software di gestione del verde, in realtà sono software di gestione aziendale o sistemi per il monitoraggio ambientale solo parzialmente modificati. In effetti non tutti i software di gestione del verde nascono come tali:

1. Alcuni di essi nascono come software di gestione aziendale.
2. Alcuni nascono come sistemi di gestione del territorio (GIS) e hanno il settore riguardante la rappresentazione grafica del territorio molto esauriente, a discapito delle funzioni gestionali del verde pubblico.
3. Alcuni infine nascono direttamente come sistemi di gestione del verde pubblico.

Nel nostro caso il programma Villa Fiorita appartiene al primo gruppo. In esso infatti sono presenti il registro delle presenze, il magazzino, l'officina. Le operazioni di manutenzione sono programmate a calendario.

Del gruppo dei software GIS fanno parte:

- WebGIS: la casa produttrice ha sviluppato una gamma di prodotti evolvendo il sistema GIS. Infatti i punti di forza del programma risultano essere le mappe tematiche, l'interazione tra i dati grafici e d'inventario, la stampa della cartografia e la possibilità di misurare distanze ed aree.

- GINVE: E' una piattaforma per la gestione integrata dei dati, su di una mappa informatizzata creata "ad hoc". Il sistema inoltre si basa anche, sull'utilizzo di due indici specifici di questo software, quello di sicurezza e quello bioambientale.

La differente origine dei software va ad incidere profondamente sul grado di flessibilità e di complessità raggiungibili.

Infine rimangono il Piave e Greenfinder. Questi software nascono come sistemi di gestione del verde, ciò è messo in risalto dal sistema di presentazione stesso dei programmi. In ambedue viene presentato un sistema di censimento del verde, elaborato e standardizzato per ottenere i valori utili eliminando informazioni superflue e ridondanti. Descriviamo ora più in dettaglio i tratti caratteristici di questi ultimi due programmi, che sembrano essere, attualmente, i più all'avanguardia e quelli che permettono una gestione che tiene conto delle reali problematiche del verde pubblico.

Il sistema Piave (PIAnificazione del VERde urbano) prevede 4 fasi per arrivare ad una corretta gestione:

1. la realizzazione di un inventario
2. la compilazione di una banca dati informatizzata
3. l'organizzazione dettagliata degli interventi
4. la reale gestione del verde

La prima fase consiste nella realizzazione di una prima cartografia nella quale verranno evidenziate tutte le aree verdi presenti, su questa mappa verranno registrati i rilevamenti per la localizzazione e georeferenziazione delle singole piante e del corredo urbano. A questo punto si passa al controllo sul campo delle informazioni raccolte, con l'ausilio di mappe informatizzate.

La seconda fase consiste, una volta verificati i dati ottenuti, nella realizzazione del database informatizzato e nella raccolta dei dati geografici su un GIS di supporto al programma.

Nella terza fase si devono predisporre dettagliatamente gli interventi per specie e sito, per permettere la creazione di un calendario di lavoro; è questo forse un limite del software, che sembra basarsi su una programmazione degli interventi piuttosto

rigida, che non si adegua facilmente ad eventuali mutamenti delle esigenze imposti da mutamenti occasionali.

L'ultima fase è quella di utilizzo vero è proprio del software che adesso è stato adattato alle esigenze del committente; si possono ad esempio realizzare carte tematiche, si può ottenere una programmazione sito per sito, si possono ricavare preventivi stimati, a priori, delle attività da svolgere.

Il software Greenfinder si basa sugli stessi principi di Piave, ha sviluppato però degli accorgimenti per velocizzare, almeno in parte, i processi di immagazzinamento dati. All'atto pratico Greenfinder è aperto a tutti i sistemi di rilevamento e cioè il sistema tradizionale di rilievo cartaceo sul campo e l'inserimento dati su piattaforma informatizzata in una fase successiva, oppure l'utilizzo di pen-computer, oppure utilizzare una strumentazione GPS completata dall'ausilio di un palmare. Il sistema prevede di potere programmare le operazioni di manutenzione non solo con la semplice programmazione, ma anche a partire dai risultati di interrogazioni effettuate sul database. Un punto forte di questo software è la presenza di un decision support system, cioè un sistema di supporto decisionale.

Il sistema di supporto decisionale va a mostrare le possibili operazioni alternative attuabili per un determinato caso di lavoro, e illustra il probabile risultato più efficiente, dal punto di vista del miglioramento delle condizioni del verde, ma può anche essere impostato su principi differenti, come la fruibilità dell'area. Per contro, un sistema decisionale che ci consiglia su ogni possibile operazione è forse esagerato, e tendenzialmente può provocare una reazione di abbandono del sistema per eccessiva perdita di tempo.

### **3.4 Criteri di valutazione per la creazione del sistema di gestione**

Nell'impostare la creazione o la scelta di un software di gestione del verde pubblico, è importante chiarirsi gli obiettivi che ci si propone di realizzare mediante l'utilizzo di questo software. Gli aspetti da valutare sono molteplici, e di natura completamente differente, anche se spesso interdipendenti, data la natura sociale del contesto nel quale diverranno operativi.

Esistono quindi vari criteri da prendere in considerazione:

- Criterio di sicurezza
- Criterio biologico
- Criterio estetico – storico
- Criterio economico
- Criterio ambientale
- Criterio politico

Esistono inoltre differenti categorie di verde pubblico che non è detto vadano gestite allo stesso modo. Un viale alberato del centro urbano richiederà sicuramente più attenzione di un parco naturalistico di ampie dimensioni e situato alle estremità delle zone periurbane. Le principali categorie che contengono verde verticale sono:

- Viali alberati
- Parchi e giardini del centro urbano
- scuole
- Parchi naturalistici
- Cimiteri
- Rotonde
- Piazze

### **3.4.1 Criterio sicurezza**

E' uno dei criteri più importanti dal punto di vista delle amministrazioni, a causa delle ripercussioni che i danni possono avere sui cittadini, sui beni pubblici e privati. Le tecniche disponibili per la valutazione della sicurezza degli alberi sono diverse. Ove non siano applicate tecniche specifiche ci si basa sull'esperienza degli addetti ai lavori o più semplicemente a potature periodiche, a volte purtroppo senza tenere conto delle caratteristiche e delle esigenze delle piante.

Tra le tecniche specifiche la più diffusa è sicuramente il VTA (visual tree assessment), la procedura trova largo impiego nel settore e garantisce adeguati requisiti di precisione ed è il risultato delle ricerche compiute dal prof. Matteck C. presso il centro di ricerche di Karlsruhe in Germania e dalla esperienza maturata in arboricoltura forestale dal prof. Shigo A. (Comune di Milano), in America. Sono meno conosciute le metodologie non invasive SIA (statics integrated assessment) e SIM

(static integrated method), sviluppate all'università di Stoccarda dall'ing. Lothar Wessolly, che negli anni '80 dirigeva un progetto interdisciplinare finalizzato allo studio della statica degli alberi, intitolato "Light weight". Infine esistono, ma sono meno noti il metodo IBA (Integrierte Baumkontrolle), le cui informazioni sono reperibili solo in lingua tedesca ed Infine il metodo Picus.

La tecnica VTA, è attualmente la più diffusa, da una lato perché permette una uniformità procedurale nella valutazione degli alberi, dall'altro, una volta formato il personale addetto a questo tipo di verifiche, il processo richiede un'analisi dettagliata e strumentale solo per i casi che realmente mostrano segni di pericolosità.

Il metodo viene illustrato in diversi siti internet che si occupano del settore arboricolo, tra i quali Linnæambiente (Linnæambiente), la sezione italiana dell'ISA, l'international society of arboricoltura (ISA), La Arbor Training (Arbor Training), il Sito dello Studio Tecnico di Fitostatica e Arboricoltura (Tree-Consult).

Questo metodo trova ampi richiami anche in diversi trattati:

**La stabilità degli alberi. Il Verde Editoriale** (Mattheck C., Breloer H.)

**Protocolli innovativi per valutare la stabilità degli alberi** (Ambrosi P. et al)

**Valutazione della stabilità degli alberi** (Lobis V. et al)

**A Guide For Tree-Stability Analysis** (Sterken P.)

**Revisione critica dello stato dell'arte e della ricerca** (RISVEM, 2004)

L'osservazione è l'approccio fondamentale di questa tecnica che permette l'identificazione degli alberi a rischio statico tramite un'analisi visiva dei sintomi caratteristici che la pianta manifesta, siano essi traumi o attacchi patogeni.

Il VTA è un procedimento diviso in tre fasi:

1. Nella prima fase si procede ad un controllo visivo dell'albero alla ricerca di sintomi esterni legati a difetti interni.
2. Nella seconda fase vengono analizzate in modo approfondito le piante che riscontrano sintomi di malattia, per verificare il problema e misurarne l'entità con metodi strumentali.
3. Determinata l'entità del problema in base ai dati raccolti si applicano i criteri previsionali di schianto per determinare la pericolosità dell'albero.

La prima fase è quella che richiede più formazione in quanto i tecnici devono saper riconoscere a prima vista qualsiasi malattia dell'albero sia essa di origine biotica o

abiotica. In presenza di difetti la distribuzione costante delle tensioni nell'albero viene alterata e l'albero reagisce producendo più legno nel punto sovraccaricato. In questo modo si formano rigonfiamenti e depressioni in prossimità delle cavità cariate e costolature vicino alle fenditure. E' durante questa fase che si effettua una prima catalogazione, tra piante sane e piante con problemi. Nella seconda fase ci si avvale di qualsiasi strumento che possa dare informazioni riguardanti l'entità dei problemi riscontrati. Gli strumenti che si possono utilizzare sono tutti quelli atti alla valutazione delle condizioni del tronco e, in minima parte, delle radici, quali il martello di gomma, il succhiello di Pressler, un raggio di bicicletta, pala e piccone; ma anche strumenti più complessi come il Resistograph, il frattometro ed il martello ad impulso Metriguard.

In particolare questi ultimi tre strumenti permettono di riscontrare eventuali discontinuità, nella resistenza e nella densità del legno.

La metodologia prevede che siano utilizzate per prime le tecniche meno intrusive, a salvaguardia della salute dell'albero imputato.

Completata la fase di raccolta dei dati si passa alla classificazione in base al rischio, le classi di rischio sono cinque, in ordine crescente di pericolosità, A, B, C, C/D, D.

Il VTA prevede che si tenga conto dell'esposizione delle piante al vento e della presenza di eventuali bersagli in caso di caduta dell'albero. Gli alberi della classe D saranno quelli ad alto rischio di caduta, e per i quali gli interventi di assestamento sono sconsigliabili. In figura 3.4.1.1 è riassunto lo schema complessivo della tecnica VTA (RISVEM, 2004).

L'unico problema di questo sistema è che si basa su un numero limitato di piante del centro Europa (Ambrosi P. et al), quindi fino a che non si consolida una banca dati comune, bisognerà procedere con ricerche locali ad hoc, per ogni zona e specie arborea.

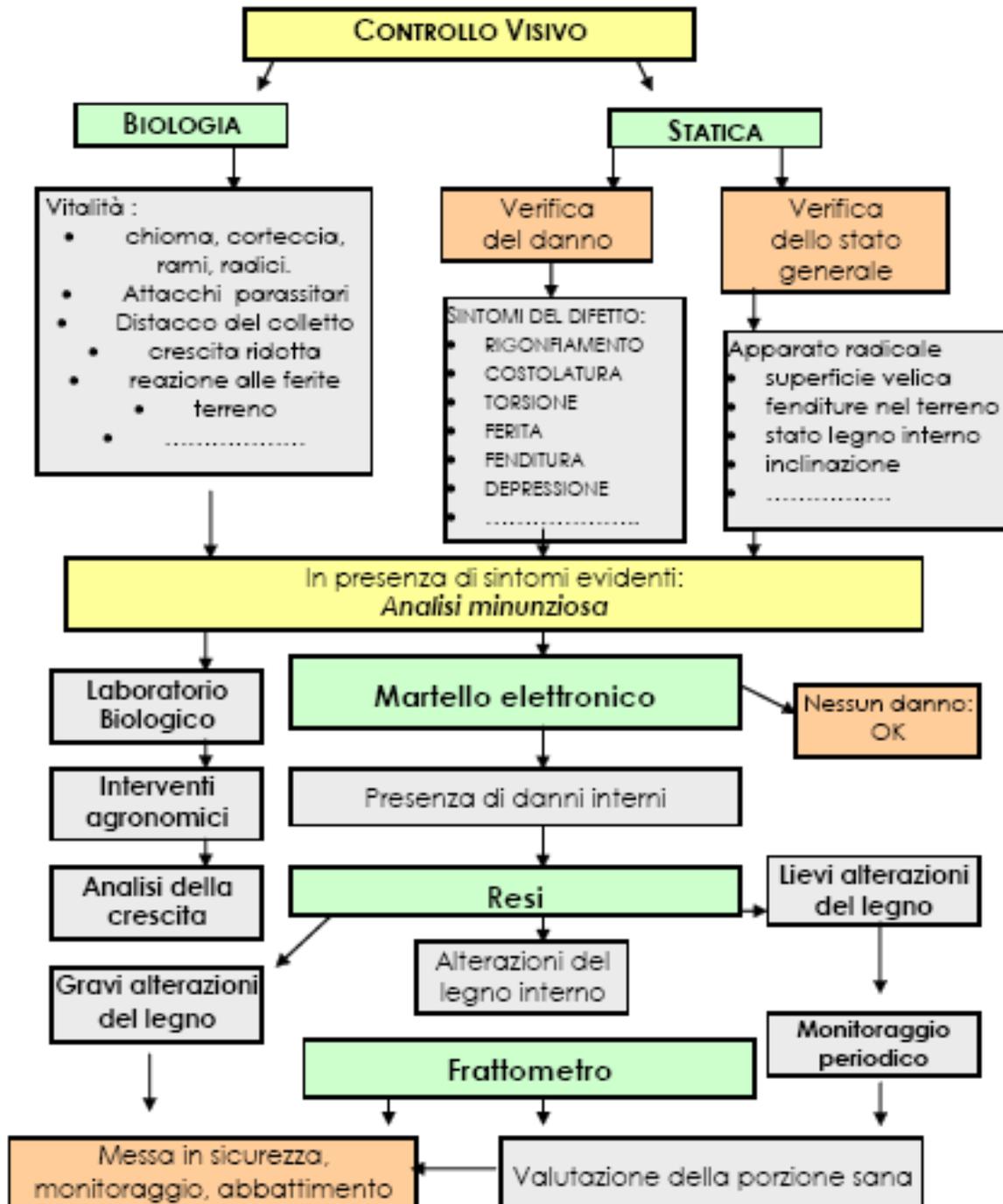


figura 3.4.1.1 schema riassuntivo del metodo VTA

Il metodo SIA, Static integrated Assessment o in italiano valutazione Statica Integrata degli alberi paragona gli alberi a degli edifici. Si esegue una valutazione della resistenza che può opporre l'albero al vento, anche in base alla forma e le dimensioni della chioma (Tree-Consult). Il processo è stato sviluppato da WESSOLLY durante le sperimentazioni all'università di Stoccarda, (Wessolly 1995, 1996) e grazie

ad alcuni grafici di riferimento permette di verificare se il diametro del tronco è sufficiente a sopportare il carico di vento. Esistono quindi delle tabelle di resistenza del legno verde (green wood) a cui fare riferimento (Wessolly e Erb).

Se da una lato questa tecnica è la più rapida e meno costosa tra quelle illustrate, in essa i difetti degli alberi contano poco rispetto alla loro dimensione (Ambrosi P. et al).

Lo Static Integrated Method o metodo elastometro – inclinometro, come già detto, anch'esso ideato da Wessolly (1996), va a misurare sia la resistenza del tronco ma da anche, a differenza di tutti gli altri metodi, una valutazione dello stato delle radici e quindi dell'ancoramento della pianta.

Il processo consiste nell'apporre un carico di trazione alla pianta e nel misurare sotto sforzo l'allungamento/accorciamento delle fibre legnose.

Inoltre grazie all'inclinometro, in pratica una livella verticale, si è in grado di valutare lo stato di radicamento, grazie ad un apposito software integrato.

Per quanto riguarda i dati ottenuti con l'elastometro ci si baserà anche in questo caso su tavole di resistenza del legno verde per l'ottenimento di valori di stabilità (Wessolly e Erb).

Dato che il sistema funziona a trazioni basse rispetto al punto di rottura della pianta, sembrerebbe essere uno dei meno invasivi.

Come già detto, questo metodo sembrerebbe essere molto buono, in quanto permette di ottenere una valutazione dello stato epigeo e ipogeo della pianta, però ha degli inconvenienti non indifferenti. In primo luogo i tecnici devono essere altamente specializzati, inoltre il procedimento è piuttosto oneroso in quanto richiede una spesa in tempo di almeno 3 ore ed un costo in denaro di 600 – 700 euro a pianta (Lobis et al).

Il metodo Picus, che lo Studio Tecnico di Fitostatica e Arboricoltura (Tree-Consult) presenta, è una tecnica basata sul tomografo sonico, che permette di misurare le alterazioni puntuali del legno in base alla propagazione del suono al suo interno intaccando, anche se di poco, l'integrità della pianta. Il procedimento prevede di piantare una serie di chiodi sul tronco, nelle zone vistosamente danneggiate, e di applicarvi dei sensori. Battendo con un martello sui sensori e monitorando il movimento delle onde da un sensore all'altro si può verificare lo stato del legno

difettoso. Vantaggio di questo sistema è che le tomografie bidimensionali sono di facile interpretazione, come si vede in figura 3.4.1.2.

L'ultimo sistema di cui si abbiano riscontri è l'IBA, Integrierte Baumkontrolle (controllo integrato degli alberi), è stato presentato da Reinartz H. e Schlag M. (Reinartz H. e Schlag M.), nella "Giornata per la protezione dell'albero nella Germania ovest" nel 1996 (Tagungsband zu den Westdeutschen Baumpflegetagen). Il fondamento di questa metodica è il SIA (static integrated method). Gli autori hanno sviluppato questa tecnica per l'identificazione delle carie (Fäule) basandosi unicamente su un sistema visivo che identifica i sintomi di questo tipo di patologie e li correla in un modo univoco alla patologia stessa. Il limite di questo sistema è che esso affronta una sola problematica, quella che riguarda le carie delle piante, a scapito degli altri aspetti.

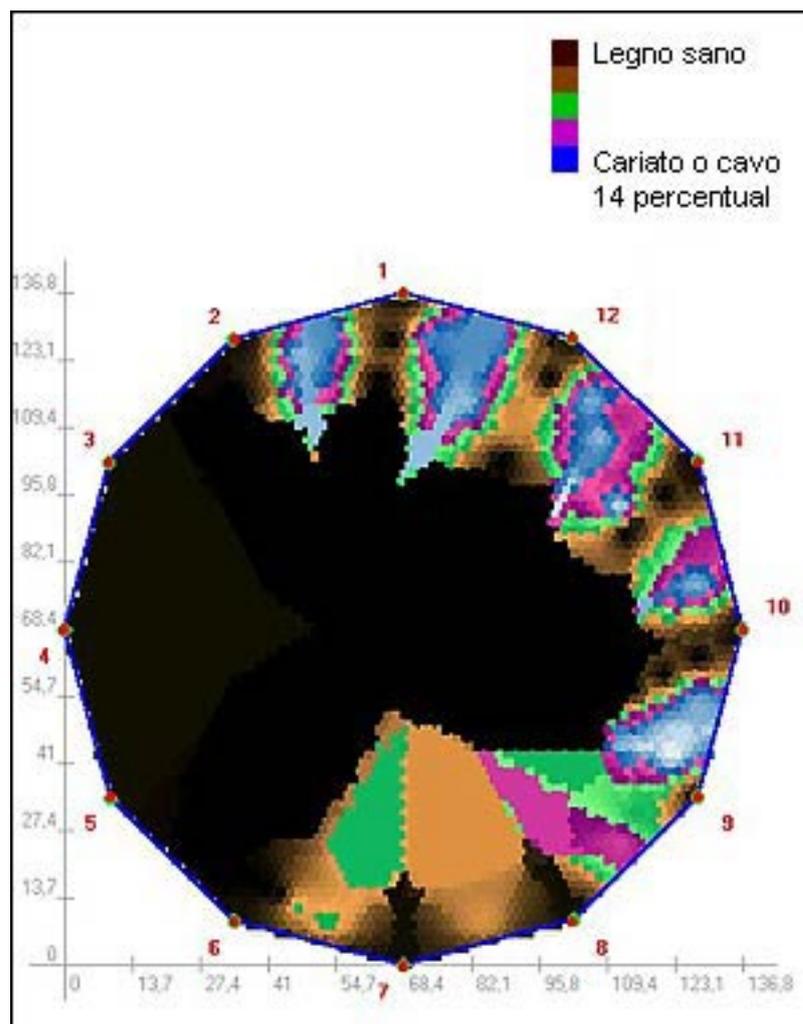


figura 3.4.1.2 tomografia bidimensionale.

### **3.4.2 Criterio biologico**

Il criterio biologico ha validità per le caratteristiche intrinseche delle diverse specie vegetali.

Parlando della gestione del verde verticale presente nel verde pubblico, ci sono alcune considerazioni da fare. Gli addetti ai lavori devono apprendere le adeguate tecniche agronomiche da applicare alle diverse specie arboree. Ciò implica di base la conoscenza di tutte le specie presenti sul territorio, ma anche la conoscenza delle caratteristiche fisiche e delle esigenze di ognuna di esse. Diverse specie arboree richiedono potature differenti, magari da svolgere in periodi diversi, e con fini diversi. Basti pensare alle caratteristiche delle angiosperme rispetto alle gimnosperme. Pratiche come la capitozzatura nel caso delle gimnosperme è devastante, e può provocare la morte; al contrario nelle angiosperme è una tecnica diffusa, anche se non consigliabile.

Parametri come la durata biologica delle singole specie sono fondamentali per poter decidere se attuare tecniche conservative, a volte anche molto costose, o procedere con la sostituzione di una pianta che è al termine del proprio normale ciclo vitale. Si può arrivare a casi di "accanimento terapeutico" che portano al dispendio di energie e fondi che potrebbero essere meglio utilizzati per altre situazioni.

Pensando poi alla gestione a lungo termine, e quindi alla realizzazione di nuove aree, sarà fondamentale conoscere quali specie vivono meglio in un determinato ambiente, tenendo conto delle caratteristiche fisiche del terreno, ma anche dell'altitudine, del clima, dell'inquinamento presente. Sarà altresì importante conoscere le dimensioni che le piante raggiungono e la velocità di crescita, per definire degli adeguati sesti d'impianto. Gli aspetti da seguire sono innumerevoli, quindi le singole amministrazioni devono tener conto se non di tutti gli aspetti, almeno di una gran parte di essi, nella preparazione del personale che dovrà svolgere la manutenzione, tra l'altro coordinando i vari tipi di attività con la progettazione del verde.

### **3.4.3 Criterio estetico - Criterio storico**

Anche in questo caso la gestione e la progettazione o il restauro del verde sono strettamente correlati.

L'aspetto storico ed estetico vanno di pari passo, col termine storico si vuole indicare sia la particolare attenzione da riporre rispetto a piante vecchie se non antiche, sia il considerare delle operazioni che si sono svolte nel tempo su singoli alberi o in determinate aree. La conoscenza della "storia" di un albero può aiutare a comprenderne meglio la condizione attuale, e a consigliare il tipo di reazioni che potrà avere rispetto a diversi trattamenti che può dover subire.

D'altra parte una albero maestoso da lustro ad un ambiente, la sua presenza può facilmente valorizzare un'area e viceversa va valorizzata la sua presenza nell'area.

L'estetica è un criterio fondamentale per quel che riguarda le operazioni di potatura. Una siepe può essere lasciata crescere alta 3, 4 metri oppure solo 2, la scelta di un'operazione rispetto l'altra influenza l'aspetto che può avere un parco. In un'area di modeste dimensioni, per esempio, una siepe troppo alta andrà a creare molte zone d'ombra, fattore che se d'estate può far comodo, durante il resto dell'anno può, nelle mezze stagioni, creare problemi creando zone umide, poco soleggiate etc..

Molta più importanza acquisiscono questi due criteri quando si parla di restauro e nuove progettazioni del verde. Nel caso dei giardini storici possono essere richiesti studi approfonditi per il restauro di parte di essi. Quando si vuole progettare una nuova area bisognerebbe sempre tenere conto dell'ambiente in cui è situata, non solo dal punto di vista chimico e fisico, ma anche dei panorami che sono visibili. La presenza di fabbricati storici può valorizzare l'ambiente, mentre per esempio si può cercare di nascondere determinati edifici di scarso o nullo valore estetico.

Alcuni software possono tener conto di questi aspetti, ma non è di certo la regola.

#### **3.4.4 Criterio economico**

Come spesso accade questo è il tasto dolente della situazione, se per le grandi amministrazioni il problema è rilevante ma affrontabile con un'adeguata programmazione, per quelle piccole il problema può diventare di difficile risoluzione. La limitata disponibilità di fondi e la presenza di una piccola struttura amministrativa e organizzativa, di certo non favoriscono l'innovazione nel campo del verde pubblico. E' stato dimostrato che l'utilizzo di metodologie innovative, pianificate ed una

accurata programmazione nel tempo possono portare ad un notevole risparmio sia in termini di tempo che in termini economici veri e propri (Comune di Udine).

Nella progettazione e nella manutenzione del verde pubblico, ci si scontra come è naturale con vincoli economici; non è detto che a moderati costi di progettazione e realizzazione di un'area verde, corrispondano in una fase successiva, bassi costi di manutenzione. Vi sono molti fattori da prendere in considerazione sulle caratteristiche specifiche delle piante impiegate e dell'ambiente nel quale le si vuole posizionare. Ad esempio piante che hanno una scarsa resistenza all'inquinamento atmosferico (RISVEM, 2004) se piantate in zone ad alta densità di traffico, avranno problemi di sviluppo, ed in casi estremi dovranno essere sostituite frequentemente; piante con un costo unitario e costi d'impianto contenuti possono richiedere poi notevoli spese nella gestione e nella manutenzione (costi di potature di allevamento, trattamenti antiparassitari, etc.).

### **3.4.5 Criterio ambientale**

Col termine ambientale si vogliono indicare alcuni temi che solo negli ultimi anni hanno influenzato la progettazione, realizzazione e gestione, del verde pubblico e privato. Nella **Revisione critica dello stato dell'arte della ricerca** (RISVEM, 2004), vengono messi in evidenza quei fattori ambientali che possono essere influenzati da una corretta progettazione e realizzazione.

In particolare, acquistano rilevanza:

1. La riduzione dell'inquinamento atmosferico, nelle sua parti gassose e di particolato
2. L'assorbimento e la riduzione dell'inquinamento acustico
3. Controllo della temperatura, in zone fortemente urbanizzate
4. La fitoremediazione dei suoli e la depurazione delle falde acquifere
5. L'utilizzo di colture che meglio si adattino all'ambiente di utilizzo, per ridurre le operazioni di protezione fitosanitaria

I Punti 1., 2., 3., sono direttamente proporzionali alle dimensioni della parte aerea e dipendono anche dal tipo di foglia presente. Negli ultimi anni si sono svolti diversi studi per verificare i benefici che si possono ricavare dalle piante. In modo particolare

è stato possibile quantificare l'effetto della vegetazione sull'assorbimento dei contaminanti (CO<sub>2</sub>) ed inquinanti (CO, NO<sub>x</sub>, particolato,..) e sulla creazione di confort microclimatico mediante ombreggiamento e/o modifica del bilancio energetico di superficie. Le chiome folte e vigorose possono fungere da barriera acustica: una barriera di alberi, posizionati su un terrapieno dello spessore di 10 m, può creare una attenuazione in eccesso fino a 5 dB. Considerando che la scala di misurazione del rumore è di tipo logaritmico, questo significa che una fascia alberata su terrapieno è in grado di attenuare fino a 10000 volte il livello di pressione sonora. Ciò senza considerare l'effetto della barriera acustica a livello percettivo - cognitivo: è infatti dimostrato che la schermatura visiva dell'oggetto che produce rumore induce nella percezione anche una separazione delle fonti sonore. In altre parole sentiamo come più fastidiosi i rumori che provengono da fonti sonore che vediamo in quanto la percezione sonora si concentra maggiormente sugli oggetti che rientrano nel nostro campo visivo.

In definitiva bisogna riconoscere alle piante che la loro funzione, per quanto riguarda il verde pubblico e privato, non è più solo quella ormai storica di creare delle zone d'ombra ottimali per le escursioni estive o delle gradevoli sensazioni estetiche.

Infine ricordiamo che i benefici che il verde ben progettato può apportare, dipendono dalle dimensioni e dalle connessioni esistenti tra di esse. Ogni singola area va considerata all'interno di un sistema verde che dalle zone rurali e naturali permea la città in una rete costituita da aree verdi dalle molteplici funzioni e dimensioni, come accade per esempio a Parigi e a Boston, della zona verde.

### **3.4.6 Obiettivi di gestione**

Le diverse amministrazioni non vedono il verde pubblico allo stesso modo. Indipendentemente dalla grandezza dell'ente, il verde può essere visto come un problema, da risolvere rapidamente, e spendendo meno risorse possibili; come un punto di forza, che valorizza le attività svolte a favore del benessere cittadino; come un intricato problema, nel caso in cui si vogliano considerare tutti i parametri considerabili; etc.. Una buona amministrazione deve vedere il problema del verde pubblico come una delle tante risorse, ma non l'ultima, che la comunità ha a

disposizione e deve inserire la programmazione e la manutenzione del verde nel quadro generale della gestione della cosa pubblica.

Purtroppo le scelte del committente si basano abbastanza spesso, più che su criteri di merito come quelli visti e discussi in questa tesi, sul rientro d'immagine, diretto o indiretto che il verde stesso può dare. Questa politica spesso permette una programmazione a breve termine e indirizza la gestione verso interventi a pronto effetto che possono contrastare con la programmazione e progettazione strategica di medio lungo periodo (>10 anni).

Uno dei problemi che si può riscontrare nella realtà è la presenza di spazi verdi magari di grande effetto ma di scarsa fruibilità a livello pratico e sociale; rimane da chiedersi se in questi casi l'operazione non sia stata una semplice azione propagandistica, che non considera le esigenze della comunità.

Negli ultimi anni questo fenomeno si è notevolmente rarefatto, in quanto nella nostra società si è sviluppata una notevole sensibilità da parte delle amministrazioni locali per il problema del verde pubblico. Su questa base si sono sviluppati progetti, corsi formativi e lavori di vario tipo, a livello nazionale ed internazionale, che trattano i problemi del verde, riassunti almeno in parte in questa tesi ed in definitiva anche questa tesi parte da questi presupposti.

### **3.4.7 Unificazione dei criteri ed assegnazione dei pesi relativi**

Nella realizzazione di un mezzo informatizzato che sia di supporto nella gestione del verde pubblico, dovrebbero entrare in diversa parte, tutti i criteri sopra evidenziati. Il problema è la quantificazione di questi criteri, in quanto per poterli legare fra loro, bisogna renderli misurabili e affidare loro dei pesi, in modo da ottenere poi una valutazione globale.

Il problema consiste nel paragonare i costi reali di realizzazione e manutenzione del verde con dei parametri o criteri qualitativi selezionati dal committente, come ad esempio potrebbero essere quello ambientale, quello estetico e quello di sicurezza. Non necessariamente i criteri da utilizzare devono essere sempre gli stessi ma più in generale essi dipenderanno da fattori diversi anche di natura politica, sociale non facilmente modellizzabili e quantificabili.

L'intento dei capitoli successivi è proprio quello di cominciare a raccogliere e ordinare i parametri che possono realmente entrare a far parte di un sistema di valutazione della gestione del verde verticale.

## **4. ELABORAZIONE**

### **4.1 Qualità e quantificazione dei dati da gestire**

Parlare qualitativamente dei problemi legati alla gestione del verde è facile, ed in pratica è quello che è stato messo in evidenza nella prima parte di questa tesi. Nella realizzazione di un sistema informatizzato, perché questo sia di qualche utilità, è necessario attribuire dei valori quantitativi ai diversi criteri in modo da poterli sommare ed ottenere una presentazione, sia pure schematica, ma complessiva delle tematiche presenti.

Per i criteri economico e di sicurezza, è abbastanza facile determinare delle scale di valori, facilmente paragonabili. Il discorso è diverso per quel che riguarda gli altri criteri. Dal punto di vista biologico si può tener conto delle caratteristiche morfologiche e fenologiche delle specie, rispetto all'ambiente dove esse verranno sistemate.

E' più difficile attribuire dei valori agli aspetti storico - estetico e ambientale, in quanto sono piuttosto soggettivi, anche se esistono delle scuole di pensiero; che valore dare ad un albero secolare o che ha un particolare significato storico o ad una pianta esotica ?

Innanzitutto bisogna identificare quali sono i parametri utili per effettuare una valutazione, cioè in definitiva quelli effettivamente misurabili, che andranno a dare forma e contenuto all'inventario del verde.

La prima distinzione va fatta riguardo la scelta di voler definire le diverse aree verdi oppure i singoli alberi. Quando si effettuano delle operazioni di manutenzione del verde, all'atto pratico non si opera quasi mai pianta per pianta, ma area per area, per questioni funzionali, a meno di eccezioni particolari.

In questa logica potremo parlare di:

- parchi
- viali
- scuole
- parchi naturalistici
- parchi storici
- altri enti pubblici

Questa prima distinzione può dare un'idea della diversa utenza e delle attenzioni differenti da applicare alle diverse tipologie di verde. I parchi naturalistici richiedono, di norma, molta meno attenzione dei trafficati viali del centro urbano.

Gli ambienti affollati sono quelli da monitorare più spesso, a causa del maggior numero di bersagli potenziali, basti pensare ai giardini delle scuole pubbliche, dove l'utenza principale è costituita dagli studenti.

#### **4.2 Parametri da misurare**

I parametri fisici da misurare potrebbero quindi essere (Semenzato P.):

- L'identificazione del sito in cui si effettua il rilevamento e la sua tipologia
- Il nome comune e/o scientifico della pianta
- l'altezza orientativa degli alberi
- il diametro del tronco ad un'altezza dal suolo definita (normalmente 1.30 m)
- La relazione con le piante circostanti, e quindi se l'albero fa parte di un filare, un gruppo oppure è isolato.

Per ridurre l'errore umano bisogna utilizzare delle tecniche di rilevamento il più possibile semplici, univoche e standardizzate, quindi fornire gli operatori di schede che contengano dei semplici campi da riempire, siano esse cartacee o con il supporto di palmari, in cui sono già elencati i valori assumibili.

Una volta definite le diverse tipologie si va ad affrontare subito un altro problema, la georeferenziazione. C'è realmente la necessità di schedare pianta per pianta in un viale, o in un parco cittadino? Potrebbe essere sufficiente identificare le piante per gruppi con caratteristiche simili. Se da un lato identifichiamo ogni singola pianta, otteniamo lo svantaggio di aumentare considerevolmente il numero di informazioni da immagazzinare. Tra l'altro per persone avvezze alle attività di manutenzione basta

un colpo d'occhio per distinguere, all'interno di un gruppo di piante della stessa specie, quale o quali hanno problemi, rispetto alle piante sane.

I parametri sopra elencati sono sufficienti per fornire un quadro dettagliato delle singole aree.

A questo punto andrà identificata la condizione fitosanitaria della pianta. Questa sezione dovrebbe essere suddivisa in più livelli, in base al grado di approfondimento che si vuole raggiungere (Semenzato P.). Un primo livello, in cui si effettua il semplice rilevamento visivo delle condizioni della pianta, e si segnalano le evidenti cause di malessere.

I parametri da registrare in questo livello saranno:

- Rami secchi,
- marciumi e/o carie evidenti,
- danni meccanici al fusto o alle radici,
- evidenti attacchi di insetti,
- eventuale inclinazione dell'albero.

Il secondo livello è più approfondito e vi si verificano le situazioni problematiche, quelle in cui le piante mostrano gravi patologie e/o problemi di stabilità. In questa parte andranno utilizzate una o diverse tecniche quali la VTA, SIA, SIM, PICUS e l'IBA per la verifica dello stato fitosanitario e di stabilità dell'albero. Sempre in questa parte saranno evidenziati quei patogeni per i quali è prevista una lotta obbligatoria (Semenzato P.), Quindi in base alle condizioni generali va dato un valore al criterio di sicurezza al quale rifarsi per stabilire quando tornare a verificare lo stato dell'albero.

Paolo Semenzato in **Un piano per il verde Pianificare e gestire la foresta urbana** aggiunge a queste variabili standard quelle riguardanti, la situazione dello scavo per la messa a dimora ed altri aspetti. La rilevazione di tali variabili non è tuttavia necessaria , in quanto tali parametri dovrebbero essere utilizzati in fase di progettazione. A questo proposito è comunque necessario ricordare che tra gli obiettivi della gestione a breve termine potrebbe anche esserci quello della "risoluzione dei problemi" derivanti da una errata progettazione e realizzazione delle opere verdi. Tali variabili sono pertanto utili ad esempio per la determinazione della priorità di intervento. La presenza di capitozzature oppure un sesto d'impianto

particolarmente stretto non devono essere considerati la norma, e nel lungo termine sono elementi che devono sparire o rappresentare eccezioni molto rare.

### **4.3 Analisi dei dati per l'elaborazione del sistema informatizzato**

Lo sviluppo di un sistema informatizzato nasce necessariamente da una forte interazione con il committente; le informazioni da gestire dipendono infatti sia dalla consistenza e dalla tipologia del patrimonio arboreo, sia dall'organizzazione del lavoro dell'ente di gestione. La preparazione tecnica delle maestranze, le strutture ed il personale a disposizione, la necessità di eseguire lavori in proprio o preparare capitolati di appalto possono determinare richieste diversificate al sistema informatizzato. I principali strumenti e che possono essere previsti sono :

- Un calendario per la gestione tecnico finanziaria del verde pubblico
- Un sistema che tenga conto oltre che dei parametri tecnici di altri parametri di valenza sociale o estetica.
- Un sistema multidisciplinare che tenga conto di tutti i parametri che hanno influenza nella realizzazione e nella gestione del verde

In genere succede che le esigenze del committente cambino nel tempo, visti i tempi lunghi di questo tipo di gestioni, quindi bisogna cercare di ottenere un sistema completo e che ricopra tutti gli aspetti possibili, in base alle intenzioni attuali e possibilmente a quelle future del committente. L'orientamento attuale va comunque nella direzione di un controllo multidisciplinare, è quindi necessario basare le scelte di realizzazione e gestione del verde non solo facendo riferimento ai fondi disponibili, ma anche tenendo conto degli altri parametri visti in precedenza.

Ad esempio il software deve sempre permettere una programmazione a calendario, ed avere le normali funzionalità di identificazione delle aree, di valutazione dei costi; tuttavia questa è solo una parte dei problemi che vanno considerati. L'idea di un sistema di supporto decisionale, come presentato nel software Greenfinder, va portata avanti unendo le informazioni ottenute dalle diverse discipline.

In base alle conoscenze attuali si può prevedere in modo abbastanza dettagliato la vita di un albero, almeno per le specie più conosciute. Con le dovute approssimazioni possiamo paragonare un viale alberato ad un frutteto e, quindi, applicare alcune

delle regole estimative che si utilizzano per i frutteti per ottenere una valutazione, non eccessivamente scostata dalla realtà, del valore in termini economici di un viale alberato. Tale valore però non sarà solo di tipo economico, ma terrà conto anche delle componenti estetiche ed ambientali; se ne potrebbero aggiungere anche altre, ma attualmente in questo studio, per semplicità, ho effettuato questa scelta.

Lo studio vuole offrire un sistema di valutazione per la stima dei massimi benefici estetici ed ambientali ottenibili, al minor costo, nei viali cittadini. Questo tipo di software ha come supporto un inventario informatizzato che preveda l'implementazione delle operazioni di normale manutenzione a calendario e tenga conto in particolar modo delle spese di espianto/reimpianto e di potatura. Le spese di espianto e reimpianto sono di tipo puntuale, svolte al momento dell'impianto o reimpianto di un viale. Le spese di potatura siano esse di allevamento, contenimento, di messa in sicurezza o di altro tipo, vengono intese come operazioni periodiche ripetute, quindi in pratica possono essere mediate e quindi ritenute una costante nel tempo, variabili solo in funzione della specie della pianta.

**Parametro estetico:** è sempre molto soggettivo, ma ci sono dei caratteri che hanno valenza assoluta, in particolare le dimensioni dell'albero. Più una pianta è grande più in generale, sarà esteticamente valida, se allevata con le corrette operazioni agronomiche. A questo parametro si può anche associare la regolarità e la simmetria della chioma.

**Parametro ambientale:** questo parametro contiene al suo interno varie caratteristiche già precedentemente discusse e cioè:

1. la capacità di controllare la temperatura
2. la creazione di barriere acustiche
3. la creazione di barriere visive
4. la depurazione dell'aria
5. l'assorbimento del particolato
6. la fitoremediazione
7. la depurazione delle falde.

Al fini della quantificazione dei benefici ambientali si è assunto che i primi cinque punti siano direttamente proporzionali all'area fogliare totale dell'albero stesso e che la densità fogliare all'interno della chioma sia costante. Nonostante queste assunzioni

siano piuttosto grossolane e necessitino di una particolare validazione, permettono di valutare la funzione ambientale di un'alberatura urbana in funzione del volume della chioma dell'alberatura. I benefici ambientali derivanti dalla fitodepurazione e dalla depurazione delle acque di falda sono dipendenti da una serie di fattori molto complessi. Essendo la loro importanza secondaria in ambiente urbano si rimanda a studi più specifici sull'argomento.

Definiti i parametri da analizzare, la funzione che descrive i benefici ambientali può essere scritta come:

$$Y(t) = P1 * f(V_e) + P2 * f(V_a)$$

dove Y è il valore puntuale delle caratteristiche considerate ed è costituito dalla somma degli indici che descrivono il valore estetico  $f(V_e)$  ed il valore ambientale  $f(V_a)$ , in funzione dell'età della pianta (t) e P1 e P2 i pesi relativi da attribuire a ciascun indice.

Andiamo a definire ora da quali caratteristiche dipendono i due indici che intendiamo analizzare per la stima dei benefici.

### **L'indice ambientale:**

Il volume della chioma di una alberatura cittadina non cresce indefinitamente. Di norma il sesto d'impianto definisce il limite di sviluppo orizzontale della chioma, e cioè quando due alberi adiacenti vanno a toccarsi. Quindi le operazioni di potatura, in particolare quelle di potatura di contenimento delineano un limite essenzialmente verticale.

La capacità depurativa delle piante, per quello che riguarda i gas atmosferici, dipende soprattutto dall'area fogliare in quanto la maggior parte degli inquinanti gassosi sono idrosolubili e vengono fissati, con un percorso simile a quello della CO<sub>2</sub> nel liquido xilematico delle cavità sottostomatiche. Un diverso meccanismo regola invece l'abbattimento del particolato che si fissa invece sulle foglie e sulle strutture delle piante. La dimensione delle foglie e l'architettura della pianta insieme alla turbolenza atmosferica sono i principali determinanti di questo fenomeno. Le assunzioni operate

nel presente studio in cui il beneficio ambientale dipende esclusivamente dal volume della chioma non considera questi fattori, in quanto per tenerne conto sarebbero prima necessari degli studi più approfonditi.

La capacità di assorbimento acustico dipende dalla riflessione delle onde sonore operata dalle strutture fogliari, ma più in particolare la fittezza e la densità fogliare della chioma

Un discorso leggermente differente va fatto nei confronti della capacità di regolazione della temperatura e per l'ombreggiamento; c'è la necessità di distinguere, in questo caso, tra piante sempreverdi e caducifoglie.

La capacità di abbassare la temperatura nel periodo estivo dipende dall'evapotraspirazione, altro parametro strettamente legato all'area fogliare totale ed alla disponibilità idrica. D'inverno le piante sempreverdi hanno la capacità di mantenere la temperatura locale più mite; perciò a meno che le temperature non vadano molto sotto lo zero è difficile che il suolo sotto piante sempreverdi congeli. Le piante caducifoglie, invece, perdendo le foglie non hanno questa capacità.

Per quello che riguarda l'ombreggiatura il discorso è invertito, in quanto se d'estate l'ombra è piacevole e rinfrescante, d'inverno le piante sempreverdi vanno a creare dei corridoi bui; al contrario le piante caducifoglie permettono il passaggio dei flebili raggi solari invernali.

Un effetto che può essere ricercato in zone ventose è l'effetto frangivento, che dipende dalla specie di pianta selezionata, dal volume della chioma, ma anche e principalmente dalla forma di allevamento della pianta.

Difficilmente si possono verificare le capacità di fitoremediazione e di depurazione delle acque, in quanto questi processi avvengono attraverso l'azione delle radici. E' evidente comunque che delle piante sane e adulte, se piantate ed allevate a regola d'arte e quindi con un apparato radicale ben sviluppato, avranno capacità superiori a piante giovani.

### **Parametro estetico:**

Il parametro estetico, almeno la parte di esso non soggettiva, è strettamente legato ad alcuni aspetti dell'altro indice, in effetti rimane da parametrizzare unicamente la grandezza della pianta, che è un altro parametro direttamente proporzionale al

volume della chioma. Non è che il parametro estetico sia rappresentato unicamente da questo valore, ma anche la regolarità e la simmetria della chioma contribuiscono a questo parametro.

Abbiamo visto che i parametri da esaminare sono tutto sommato abbastanza semplici da rilevare, primo tra tutti il volume della chioma.

Per costruire una funzione che descriva l'andamento nel tempo dello sviluppo della chioma ci si è avvalsi di dati forniti dal Comune di Udine. Si possono conoscere le date d'impianto di alcuni viali alberati del Comune e, in base a quelle, conoscere l'età delle piante. Il volume della chioma invece può essere misurato, sia pur approssimativamente, considerandolo un parallelepipedo di cui si possono stimare lunghezza, larghezza e altezza, abbastanza facilmente.

Andando ad misurare, per ogni singola specie, piante di diversa età possiamo ricavare delle relazioni tra età dell'impianto e volume della chioma. Nella fase di raccolta di questi dati sarà importante verificare, oltre ai parametri che abbiamo definito, anche le dimensioni del volume a disposizione per l'apparato radicale e l'eventuale presenza di tagli alle radici derivanti dalle condotti interrati o fondamentali.

Una possibile scheda di rilievo dovrebbe contenere i seguenti dati:

- nome della via / viale
- specie da rilevare
- età
- sempreverde / caducifoglie

La seconda parte della scheda, e cioè le variabili da rilevare saranno:

1. sesto d'impianto
2. dimensioni del riquadro o equivalente spazio libero all'accrescimento radicale
3. volume della chioma
4. carpofori
5. seccumi apicali
6. stato della corteccia ed eventuale presenza di cavità
7. presenza capitozzature
8. evidenza di attacchi parassitari
9. simmetria della chioma

## 10. regolarità della chioma

E' noto che le condizioni di sviluppo individuali di un albero, e di conseguenza quelle di un viale alberato, sono influenzate da un'ampia gamma di variabili come l'esposizione, le caratteristiche geopedologiche, la quota, etc., quindi nel nostro conteggio dobbiamo in parte affidarci ai grandi numeri, che tendono a mediare le fluttuazioni normalmente presenti nelle fasi di sviluppo dei viali; ad esempio possiamo considerare insieme, nello stesso gruppo, le alberature che abbiano le dimensioni del riquadro uguali.

I dati ottenuti permettono di raggiungere un trend di sviluppo dei parametri osservati nel tempo e quindi di determinare una funzione che li descriva, valutando il limite di crescita è sempre legato al momento in cui le piante adiacenti in un viale alberato, si incontrano e cioè al sesto d'impianto; è anche vero che per diversi anni gli alberi hanno comunque la possibilità di continuare a svilupparsi verticalmente, ma le potature di contenimento portano a fissare una altezza massima, in base a caratteri di sicurezza o anche estetici.

Un altro aspetto particolarmente importante è quello di affidare un peso alle varie componenti che costituiscono i parametri ed inoltre un peso che valuti l'importanza e il legame esistente tra gli indici utilizzati.

Per definire la funzione di crescita della chioma ho fatto riferimento ad una equazione utilizzata per la valutazione dell'accrescimento della biomassa soprasuolo in selvicoltura e dovuta a Richard (Cooper).

$$B = B_{\min} + B_{\max} [1 - \exp(-ct)]^d$$

dove B è la biomassa al momento t,  $B_{\min}$  la biomassa al momento iniziale,  $B_{\max}$  la biomassa massima stimata raggiungibile dal popolamento, t è l'età e c e d sono coefficienti. Questa relazione è stata applicata ad esempio da Tomat E. et al., e Piovesana D..

Nel nostro caso considerando la proporzionalità evidente tra sviluppo della biomassa e sviluppo della chioma degli alberi nell'equazione varieranno B e  $B_{\max}$  che verranno sostituiti da V e  $V_{\max}$ :

$$V = V_{\min} + V_{\max} [1 - \exp(-ct)]^d$$

dove  $V$  sarà il volume della chioma all'anno  $t$ ,  $V_{\min}$  il volume medio stimato al momento dell'impianto,  $V_{\max}$  il volume massimo stimato raggiungibile.

La valutazione del volume massimo raggiungibile della chioma degli alberi è quindi un elemento importante nella costruzione del sistema di valutazione. Questo elemento è in parte controllabile, in quanto dipende dal sesto di impianto che a sua volta viene deciso in sede di progettazione. Inoltre il volume massimo è vincolato anche da altri fattori:

- la larghezza dei marciapiedi
- il tipo di edifici presenti lungo il viale
- la larghezza della strada
- l'altezza raggiungibile o imposta per motivi di sicurezza agli alberi
- l'ampiezza del riquadro d'impianto e lo spazio disponibile per lo sviluppo delle radici

Alla luce di questi vincoli impostare un volume massimo raggiungibile della chioma degli alberi non è semplice, pertanto il valore utilizzato dovrà essere stimato in base a dei rilievi che non riguardano l'alberatura stessa ma le caratteristiche dell'ambiente di crescita.

Con questo tipo di equazione ogni specie avrà rappresentata la propria funzione di sviluppo in funzione di due parametri  $c$  e  $d$ , propri per quella specie.

Per rendere fra di loro sommabili i vari indici occorre che essi siano normalizzati, il criterio scelto è stato l'adozione di una scala di valori da 0 a 5; in pratica il valore dell'indice viene diviso per il suo valore massimo e quindi moltiplicato per 5. In questo modo i vari indici hanno scale confrontabili.

Nel caso successivamente discusso si è deciso arbitrariamente di attribuire ai due indici la stessa importanza; nel caso in cui si volesse dare pesi diversi ad indici diversi si introduce un coefficiente di peso, scelto di volta in volta secondo criteri opportuni. Questi criteri possono essere motivati da scelte dall'utente o basati su considerazioni di ordine teorico.

Una volta ottenuti i vari indici in funzione delle età degli alberi, questi dati possono essere sommati e graficati su di un diagramma riassuntivo in funzione del tempo.

In molti casi i costi, a parte l'operazione di impianto, sono dovuti quasi unicamente alle potature ed hanno normalmente cicli cadenzati e costanti di tre o quattro anni per tutta la durata dell'alberata; in questi casi si possono considerare una spesa costante nel tempo e quindi eliminare dalla rappresentazione grafica e dalle valutazioni che da essa si desumono.

I vantaggi dell'utilizzo di questo sistema a indici permette di fare diverse valutazioni, un sistema di questo genere richiede tuttavia delle fasi di affinamento. In primo luogo si possono, a priori, valutare i vantaggi / svantaggi nell'utilizzo di diverse specie confrontandole le une con le altre. Ogni specie avrà le proprie curve di benefici e costi, che anche se non paragonabili quantitativamente, su di un piano qualitativo ci informano riguardo il proprio andamento nel tempo.

Impostando anche una curva di incremento medio annuo dei benefici, si potrà valutare il momento ideale per sostituire le alberature, cioè effettuare delle previsioni sia per gli aspetti economici ma anche e soprattutto per gli altri aspetti già illustrati (ambientali, estetici). In grafico 4.3.1 vengono rappresentati gli andamenti dei due parametri che sommati andranno a costituire i benefici in un caso ipotetico qualsiasi.

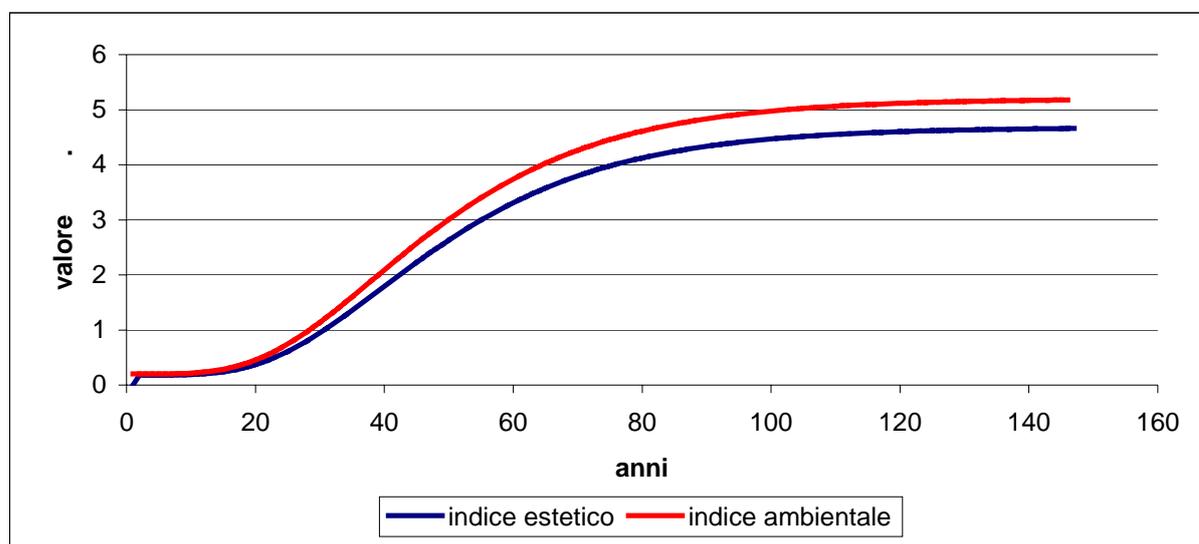


grafico 4.3.1

l'esempio in figura 4.3.2 illustra l'andamento dell'incremento annuo della somma dei indici di beneficio estetico ed ambientale, e la rispettiva curva di incremento medio annuo; quando le due si incontreranno (centro nel grafico), sarà il momento più

conveniente per cambiare l'alberatura. Ripiantando l'alberatura prima o dopo quel momento si avranno in ogni caso delle perdite di benefici.

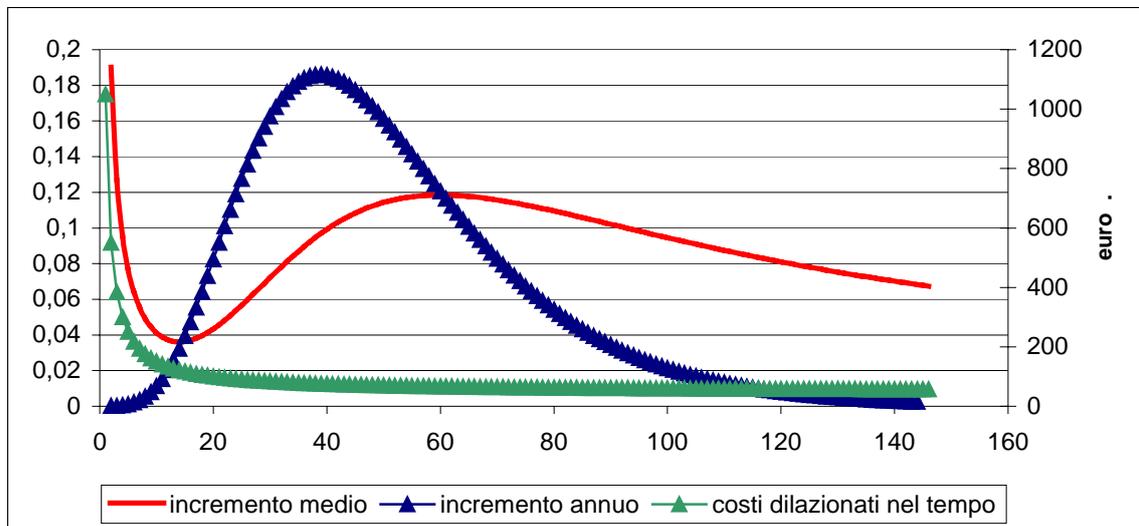


grafico 4.3.2

Il confronto di più coppie di curve come quelle presenti nella figura 4.3.2 ci informeranno del comportamento delle diverse specie.

Tutto questo discorso per come è stato impostato ha validità principalmente per serie di alberi coevi, in quanto come già detto, verranno rilevati i parametri presi in esame non per pianta singola, non per viale alberato in genere, ma per gruppi omogenei di piante. Un'analisi viale per viale permetterà di evidenziare quali specie siano le più convenienti sotto il profilo estetico ed ambientale, nel contesto specifico.

Per come è costruito il sistema informatizzato sarebbe interessante raccogliere dati riguardanti la morte delle piante, anno per anno, in modo da costruire una tabella che indichi le percentuali di mortalità e la loro causa; i dati ottenuti potrebbero essere utilizzati sia per una valutazione del parametro di sicurezza sia per una valutazione dell'effettivo ciclo biologico delle piante nel contesto in cui si trovano.

Tra gli output che un modello di analisi di questo tipo potrebbe assicurare possiamo considerare :

1. La valutazione di scenari alternativi per ogni singolo viale cittadino, prevedendo quali specie permettono di ottenere i maggiori benefici, tenendo conto dei vincoli presenti.

2. La indicazione di priorità e di tipologie di intervento per la gestione, tenendo conto sia delle caratteristiche morfologiche e fenologiche, sia dei vincoli progettuali.
3. Valutazione e programmazione dei carichi di lavoro, in un contesto cittadino globale, sulla base della previsione di durata delle varie alberature viale per viale.

#### **4.4 Viali disomogenei**

La trattazione fino a qui svolta tratta gruppi omogenei di piante, cioè un caso semplice ed ideale; in realtà molto spesso i viali sono disomogenei, e ciò è dovuto di norma a progettazioni o gestioni non ottimali.

Generalmente nei viali vengono piantati alberi coevi, e con l'andare del tempo, per le cause più disparate si è obbligati a cambiare alcune piante, perdendo l'omogeneità del "disegno".

Le disomogeneità, se significative, sono fortemente penalizzanti, dal punto di vista estetico, ma anche da quello gestionale. Quando si verificano questi casi, una corretta gestione implicherebbe diversi tipi di trattamenti per le piante di diversa età. Dal punto di vista dei parametri, piante di diversa età evidenzerebbero una diminuzione dei benefici, e come appena detto avremo anche un aumento dei costi.

All'atto pratico è abbastanza comune riscontrare la presenza di alberi di diversa età nei viali, ciò da una lato è dovuto ad una progettazione e manutenzione non sempre corrette, d'altro canto di norma manca anche un adeguato supporto a livello di regolamento del verde. Il regolamento del verde locale dovrebbe sempre prevedere che in casi di danneggiamento alle alberature esse vengano sostituite con piante, se non coeve, almeno di dimensioni equiparabili. In questo modo si ovvierebbe al problema di cattiva gestione che si verifica abbastanza spesso e cioè la potatura dei viali indipendentemente dall'età e uniformità delle piante in esso presenti. Di norma il costo delle potature, che molto spesso sono l'unica opera di manutenzione, viene trattato ad un costo unitario medio, senza tener conto dell'età e della reale grandezza degli alberi; la buona gestione dovrebbe prevedere diverse operazioni e diversi costi in base alla specie, alle sue specifiche caratteristiche e all'età.

La non omogeneità può anche essere una scelta, nel caso in cui per esempio si dispongano piante di due differenti età alternate. In questo modo non si otterrà mai il massimo beneficio dalle piante, ma non si avrà nemmeno la condizione di viali vuoti, perché appena ripiantati. Chiaramente un sistema di questo genere richiede doppi appalti per tutte le opere di impianto e manutenzione.

## **5. CASO DI STUDIO**

Nel Comune di Udine sono presenti attualmente 18500 alberi sul verde fruibile, così suddivisi:

- 8450 alberi su viabilità pubblica (e 1000 posti vuoti)
- 1490 alberi nelle scuole
- 2000 alberi in aree cimiteriali
- 6700 alberi in parchi ed aree verdi

e circa 30000 su tutto il territorio (Comune di Udine), questi sono i numeri reali con i quali si deve confrontare l'amministrazione.

Fino ad ora si è parlato di come procedere nella progettazione di un software per la gestione del verde pubblico. In effetti dal 2004 esiste una collaborazione tra l'Università di Udine ed il Comune di Udine, proprio nell'ambito della realizzazione di un inventario del verde verticale e di un mezzo informatico, adeguato e all'avanguardia, per la sua gestione. Il Comune attualmente gestisce il verde pubblico senza una programmazione dettagliata e senza alcun supporto inventariale di natura informatica, e riesce ad ottenere discreti risultati anche con risparmio economico, grazie ad un approccio rigoroso (Comune di Udine).

Allo stato attuale la gestione del verde Comunale di Udine svolge principalmente un'attività legata ad interventi sia programmati sia intesi a risolvere emergenze e a realizzare la messa in sicurezza di situazioni critiche.

### **5.1 Il lavoro svolto fino ad oggi nella collaborazione fra Università e Comune di Udine**

In una prima fase del progetto sono stati impegnati gli studenti Andrea Ongaro e

Cecilia Rizzardo, che hanno svolto la propria attività di tirocinio universitario nell'anno accademico 2004/2005 in accordo con il proprio tutore universitario, il dott. Alessandro Peressotti e con il direttore del verde pubblico, il dott. Andrea Maroè, del comune di Udine. In un primo momento sono stati evidenziate le caratteristiche da censire per ogni pianta o gruppo di piante, quindi è stata realizzata una scheda di raccolta dei dati standard. Si è quindi passati all'attività di censimento vero e proprio, identificando nella cartografia informatizzata, fornita dal comune, la totalità delle aree verdi che contenessero alberature.

Per standardizzare le procedure le prime attività sono state svolte insieme dai due studenti e dai rispettivi contatti, cioè il dott. Alessandro Peressotti e il dott. Andrea Maroè. Verificata la validità del sistema di raccolta dei dati Andrea Ongaro e Cecilia Rizzardo si sono suddivisi il lavoro di censimento. Durante il loro periodo di tirocinio gli studenti hanno inventariato tutti gli alberi presenti nelle scuole del comune.

Il processo di censimento si può svolgere solo nel periodo tarda primavera – autunno, perché per il riconoscimento delle piante è importante la presenza delle foglie e/o fiori e frutti.

Nell'anno accademico 2005/2006 il lavoro è passato di mano, e mentre Andrea Ongaro è rimasto come supervisore del lavoro, sono entrati nella squadra dei tirocinanti, gli studenti Chiara Gaetani, Matteo Marangoni, Rachele Polizzotto, e Valentino Verona ed io sono subentrato ad Andrea Ongaro per quello che riguarda l'impostazione del data base. In questo anno sono stati censiti i viali alberati e i parchi pubblici, inoltre sono stati risolti alcuni problemi riguardanti le aree precedentemente censite.

Questa parte del progetto richiede ancora il censimento di diverse aree del comune che richiederà ancora il lavoro di alcuni mesi.

## **5.2 Un sistema di valutazione delle alberate**

Da questa situazione si è sviluppata quella parte del progetto di questa tesi, che si propone di fornire un nuovo mezzo per la gestione dei viali alberati. Passiamo quindi alla descrizione dei singoli stadi che portano alla verifica del modello concettuale al caso pratico.

Le variabili considerate sono quelle descritte fino ad ora dal punto di vista teorico. Come prima cosa ho costruito la scheda di rilievo, tabella 5.2.1, delle caratteristiche delle alberate, per la raccolta di dati utili alla costruzione di un trend di sviluppo. Dopo i primi rilievi mi sono accorto che esistono alcuni vincoli che non erano considerati, quindi aggiunti in tabella 5.2.2.

**Tabella 5.2.1**, prima scheda di rilievo dei viali alberati.

via/viale				
specie				
età	sempreverdi		caducifoglie	
sesto d'impianto				
dimensioni riquadro	<2mq	2-4mq	>4mq	
altezza:	<10	10-20	>20	
diametro a 1.30m	<20	20-40	40-60	>60
volume chioma *	lunghezza:	larghezza:		altezza:
presenza di carpofori **	assenza	lieve presenza		presenza in stato avanzato
seccumi apicali	<25%	25-50%	50-75%	>75%
omogeneità della corteccia e assenza di cavità	assenza tagli e cavità	tagli e cavità molto lievi	tagli e cavità profondi	pessime condizioni generali
capitozzature	assenza	presenza, con scarsa influenza sulle condizioni di sviluppo		presenza con aumento della pericolosità
attacchi parassitari	assenza		presenza	

\* volume chioma = larghezza x lunghezza x altezza

\*\* lieve presenza = leggero alone presente; presenza in stato avanzato = corpi fruttiferi evidenti

**Tabella 5.2.2**, aggiunta di parametri alla scheda per il rilievo dei viali alberati.

larghezza marciapiede
lato/i alberati
si toccano le chiome ?
larghezza strada
Simmetria e regolarità della chioma
altro

Queste schede sono state messe alla prova facendo delle misurazioni campione in diversi punti della città; si è reso utile procedere in questi termini poiché era necessario generare una curva di sviluppo della chioma nel tempo, dato che non poteva essere ricavata dall'analisi di un singolo viale. Infatti in un singolo viale, di norma, le piante sono più o meno coeve, utilizzando campioni misurati in punti diversi della città ho ottenuto dati significativi sui tigli in un intervallo di tempo che va da 8 a 63 anni, come illustrato in tabella 5.2.3.

**Tabella 5.2.3. rilevamenti ottenuti per la specie tiglio**

<b>via / viale</b>	<b>età</b>	<b>volume chioma</b>
Ampezzo	37	427
Monte Ortigara	43	810
Sacile	53	777
Leonardo da Vinci	8	61
Leonardo da Vinci	29	100
Leonardo da Vinci	49	872
Leonardo da Vinci	42	260
Galilei	33	673
Galilei	50	540
Duodo	10	88
Duodo	26	273
Duodo	63	1386
Marco Volpe	41	1104
Marco Volpe	44	858
Natisone	34	421

Le misure di età sono state ottenute sia utilizzando i dati di archivio del Comune di Udine, quando essi erano disponibili, sia effettuando misure dirette di carotaggio delle piante di interesse. I dati ottenuti sono stati riportati in diagramma e a questo punto si è effettuata una procedura di regressione dei dati sulla equazione di Richard modificata in modo da ricavare sperimentalmente le due costanti empiriche c e d. Il processo di regressione è stato ottenuto utilizzando il software STATA 7.0 (STATA),

che si basa sull'utilizzo del metodo iterativo Gauss-Newton modificato. In figura 5.2.1 è riportato il diagramma con i dati reali e la curva di Richard ottimizzata per i tigli.

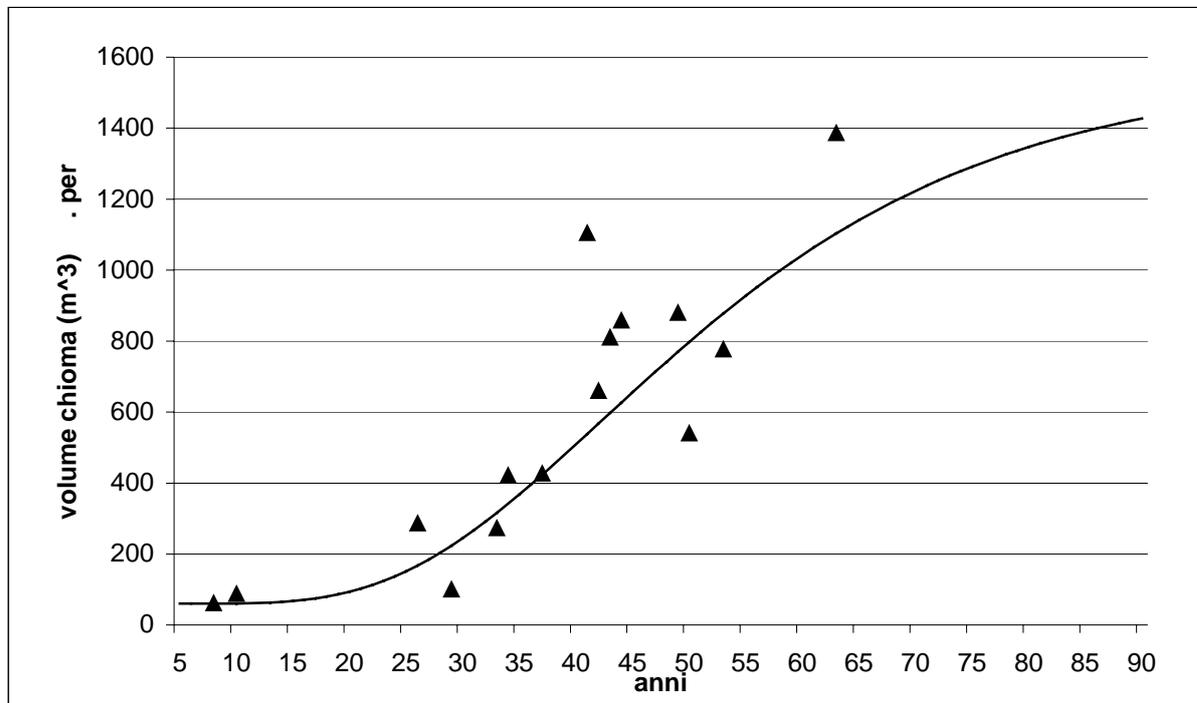


figura 5.2.1

Si è scelto come volume minimo della chioma il valore di 60 metri cubi perché questo risulta il volume medio delle piante appena poste in opera. Il valore massimo di 1500 m<sup>3</sup> è stato desunto in base alle seguenti considerazioni:

- il sesto d'impianto impone delle dimensioni massime lungo la fila
- la larghezza del marciapiede insieme con quella della strada impongono un limite trasversale
- le condizioni di sicurezza impongono un limite massimo in altezza

La funzione così ottenuta è stata utilizzata per valutare un singolo viale, nella fattispecie è stato scelto viale Leonardo da Vinci per il quale esistono pochi dati reali (come atteso perché la maggior parte delle piante è coeva), figura 5.2.2

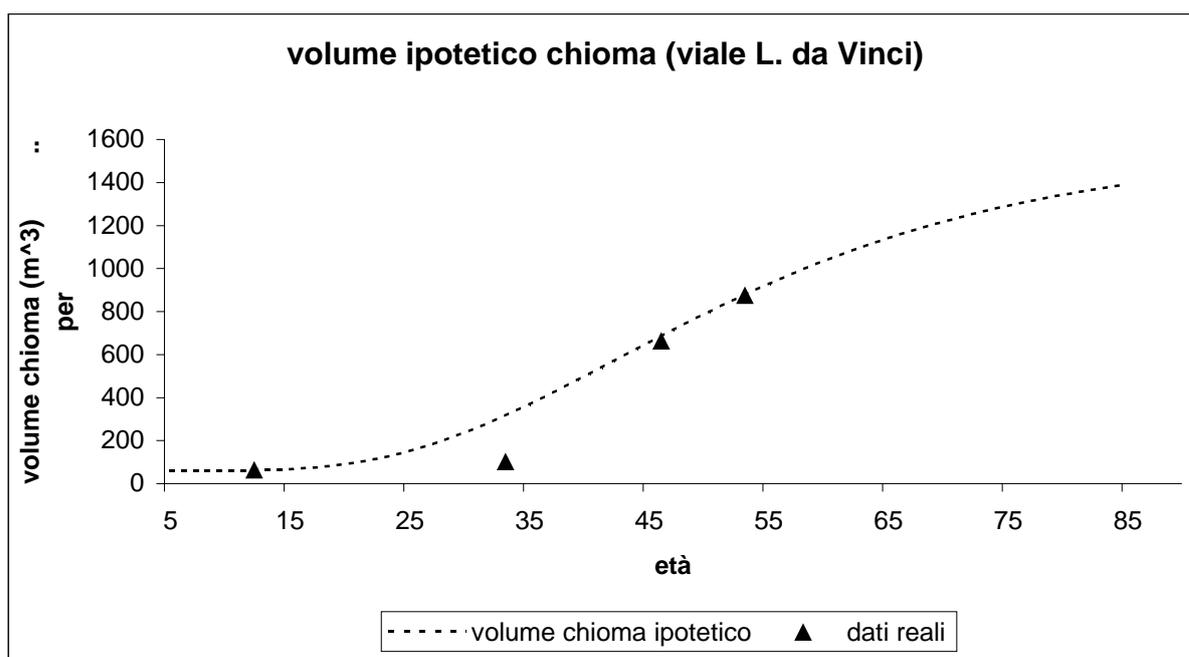


figura 5.2.2

A questo punto si è proceduto alla costruzione ipotetica delle curve di incremento annuo e medio degli indici di beneficio dei costi medi nel tempo.

La curva di incremento medio dei benefici si ricava sommando gli incrementi medi degli indici estetico ed ambientale e dividendo tale somma per il numero di anni dall'impianto.

Il valore dell'indice estetico si ricava dal valore del volume della chioma desunto dall'equazione di Richard modificata, riportata in scala tra 0 e 5 (cioè diviso il valore  $V_{max}$  e moltiplicato per 5) moltiplicato per un coefficiente di simmetria della chioma. Attualmente i valori che sono stati scelti per i coefficienti di simmetria della chioma sono riportati in tabella 5.2.4:

chioma simmetrica	1
situazione intermedia	0,9
chioma asimmetrica	0,8

L'incremento medio si ottiene dividendo il valore dell'indice estetico per il numero di anni dall'impianto.

Il valore dell'indice ambientale si ricava dal valore del volume della chioma desunto dall'equazione di Richard modificata, riportata in scala tra 0 e 5 (cioè diviso il valore  $V_{max}$  e moltiplicato per 5).

L'incremento medio si ottiene dividendo l'indice ambientale per il numero di anni dall'impianto.

La somma di questi due indici medi dà la curva di incremento medio dei benefici.

La curva dell'incremento annuo dei benefici si ottiene come somma degli incrementi annui dell'indice estetico ed ambientale.

L'incremento annuo dell'indice estetico si ottiene sottraendo l'indice estetico dell'anno precedente all'indice estetico dell'anno attuale.

L'incremento annuo dell'indice ambientale si ottiene sottraendo l'indice ambientale dell'anno precedente all'indice ambientale dell'anno attuale.

La curva dei costi dilazionati nel tempo si ricava considerando un costo fisso medio annuo di manutenzione che si somma al costo di espianto e reimpianto diviso per il numero degli anni dal reimpianto.

Le tre curve appena descritte sono rappresentate in figura 5.2.3.

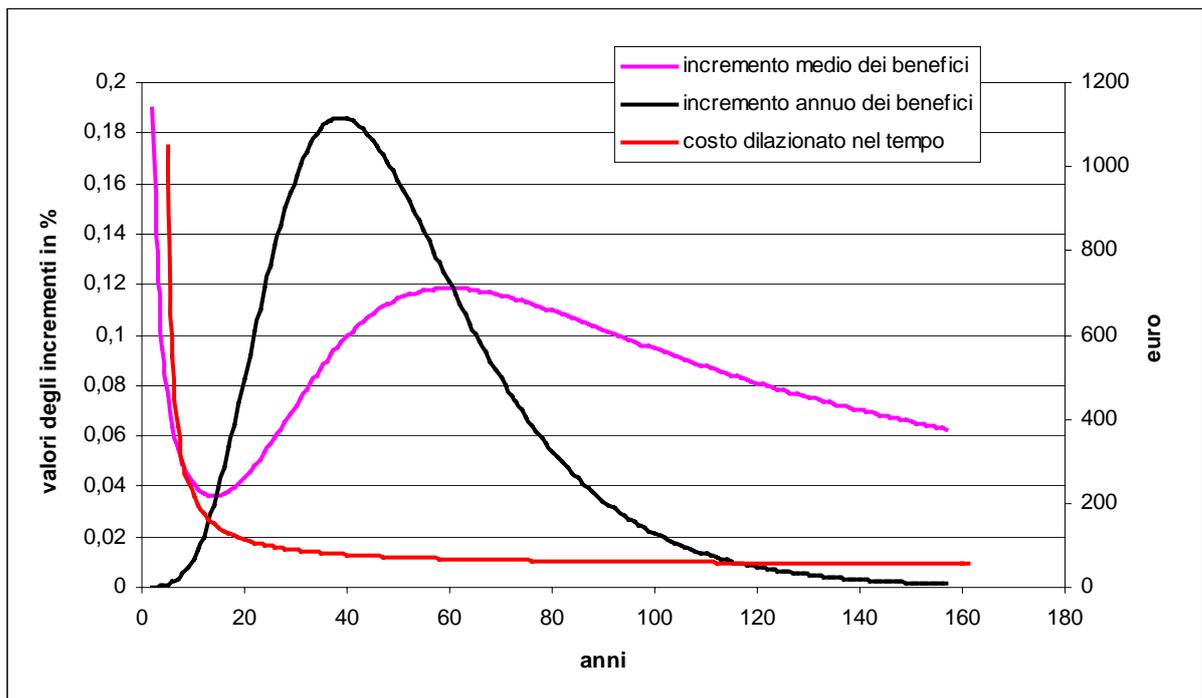
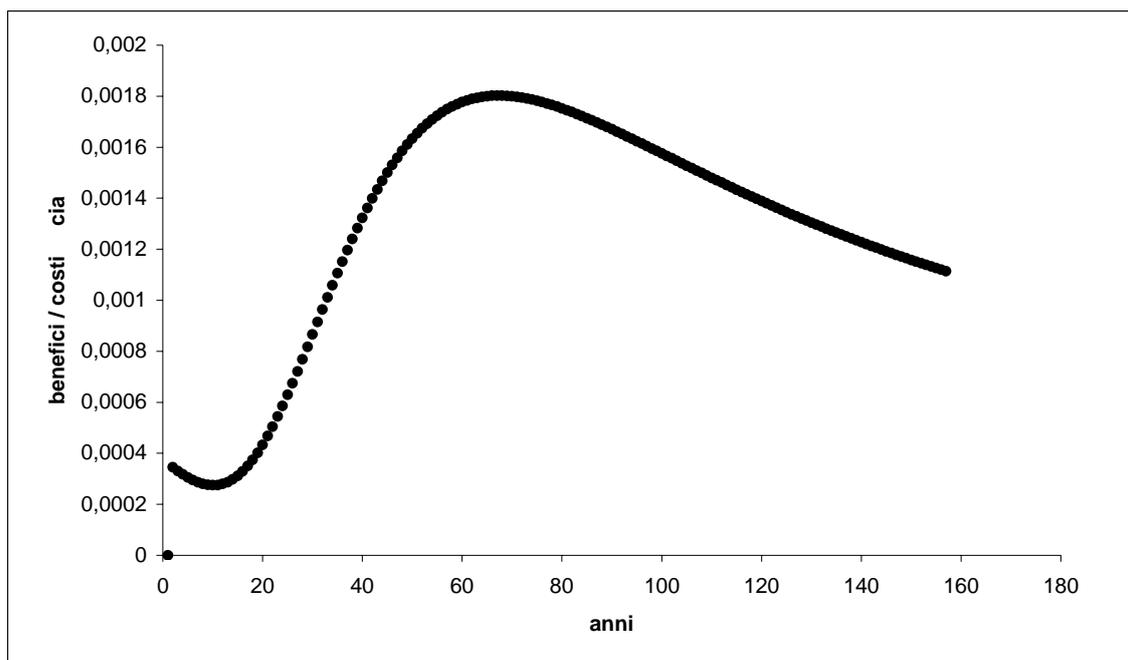


figura 5.2.3.

E' stato infine costruito un diagramma del rapporto benefici costi, che si ottiene molto semplicemente dividendo anno per anno l'incremento medio dei benefici, per il costo dilazionato nel tempo.

Questo diagramma è riportato in figura 5.2.4..



**figura 5.2.4.**

Le figure 5.2.3 e 5.2.4 sono all'atto pratico lo strumento di valutazione delle alberate. In particolare in figura 5.2.3 la curva di incremento medio dei benefici ci illustra che nel momento in cui piantiamo un albero, e allo stesso modo un viale alberato, i benefici medi per un determinato periodo diminuiscono prima di ricrescere e raggiungere il proprio massimo, per poi ridiminuire. Ciò dipende dal ciclo vitale della pianta che appena trapiantata necessita di alcuni anni per assestarsi e crescere, poi mano a mano che raggiunge i vincoli fisici che abbiamo già illustrato ed invecchia, diminuisce il vigore e quindi la propria velocità di sviluppo. Nella curva dell'incremento annuo dei benefici ci troviamo di fronte ad un comportamento a campana, perché in questo caso gli incrementi sono valutati anno per anno e non diluiti per tutti gli anni trascorsi.

I punti di intersezione tra queste due curve indicano i momenti ideali per cambiare le alberate. Dal punto di vista dei benefici risulta identico cambiare l'alberata intorno ai 15 anni o nell'intorno dei 61, quando i benefici marginali annui saranno uguali ai benefici medi; è qui che entra in gioco la curva dei costi dilazionati nel tempo, che per definizione consiglia di attendere più tempo per dilazionare in particolare i costi di espanto e reimpianto delle alberate, che sono iniziali e puntuali.

Il diagramma di figura 5.2.4 mette in evidenza, nel caso preso in esame, il rapporto benefici costi; dopo un breve periodo iniziale, cresce lentamente e costantemente nel tempo fino ad un valore massimo. L'analisi di questa curva fornisce una informazione utile ai fini della programmazione perché ci indica il momento in cui il rapporto costi benefici comincia a diminuire e si deve cominciare a pensare ad una eventuale sostituzione dell'alberata.

A questo punto per testare la validità del questo sistema di valutazione delle alberate, "costruiamo" una seconda specie, inventando i valori di  $V_{\min}$  ( $40 \text{ m}^3$ ) e  $V_{\max}$  ( $1000 \text{ m}^3$ ) dei coefficienti  $c$  ( $-0,03$ ) e  $d$  ( $6$ ) ed ipotizziamo inoltre che i costi di espianto reimpianto e di manutenzione siano uguali a quelli del taglio.

Possiamo ora ipotizzare l'utilizzo di questa specie in viale Leonardo da Vinci, e quindi costruire i grafici della curva di sviluppo della chioma, degli incrementi marginali sui costi dilazionati e dei benefici sui costi, come già fatto per il taglio, in figure 5.2.5, 5.2.6 e 5.2.7.

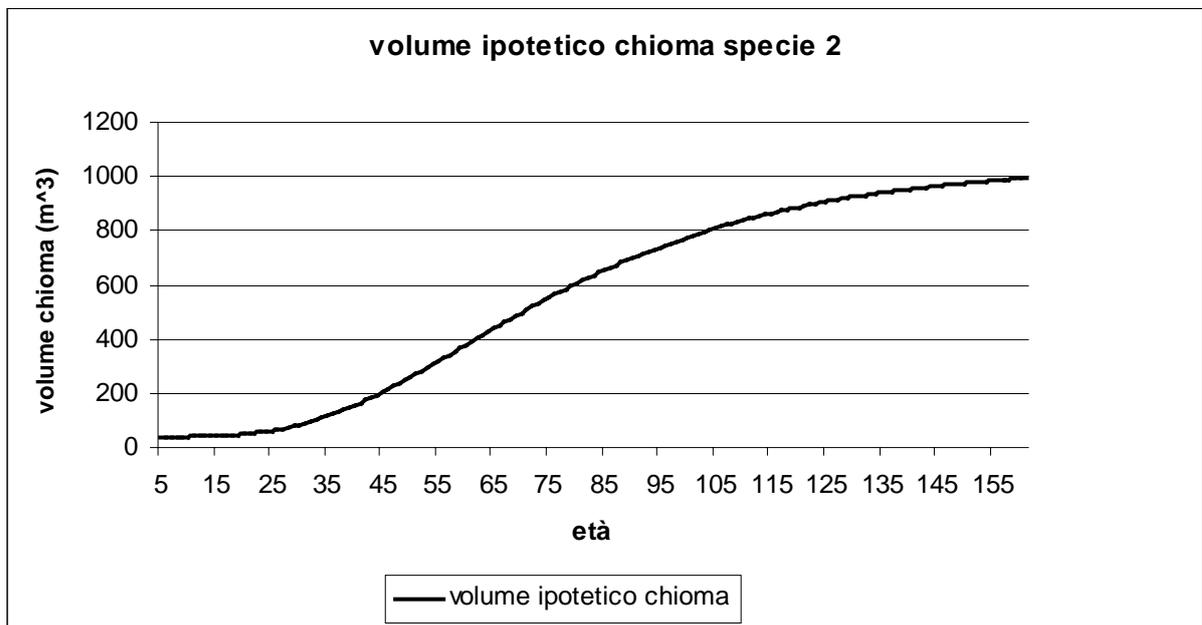


figura 5.2.5

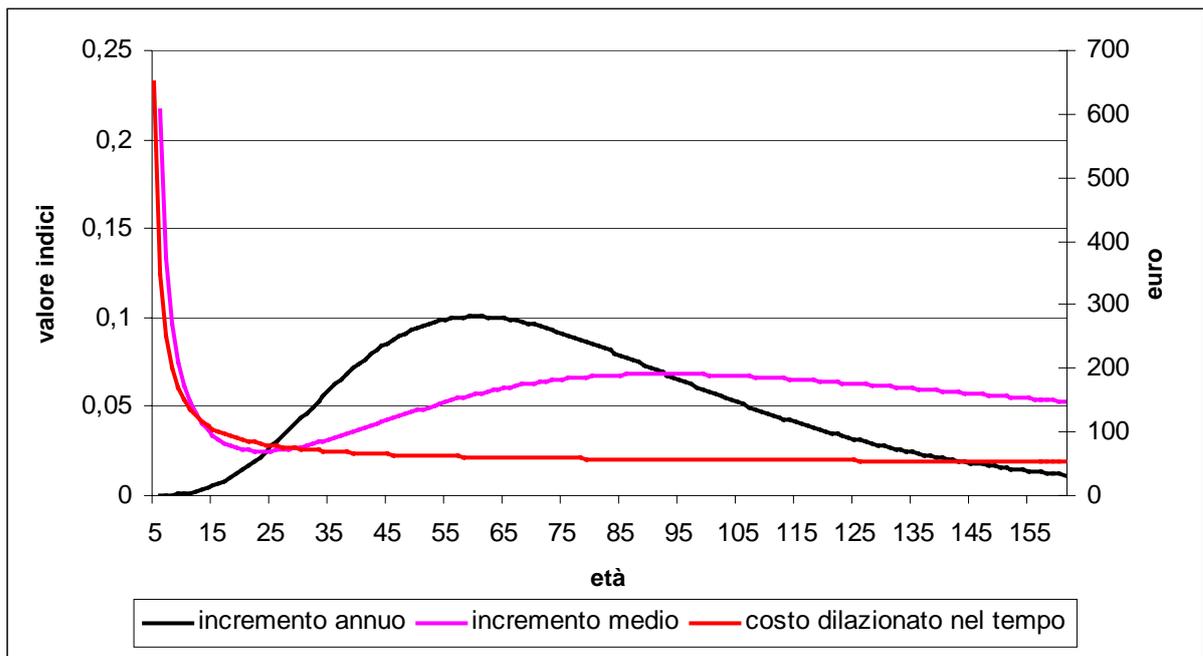


figura 5.2.6. incrementi marginali e costi della specie 2.

Osservando il diagramma 5.2.6 possiamo osservare che il punto di intervento per cambiare alberatura in questa ipotetica specie è a 93 anni. Nella realtà si può considerare quanto lungo sia il ciclo vitale degli alberi che si vogliono utilizzare per i viali, e di conseguenza valutare anche il pericolo di morte per termine del normale ciclo vitale.

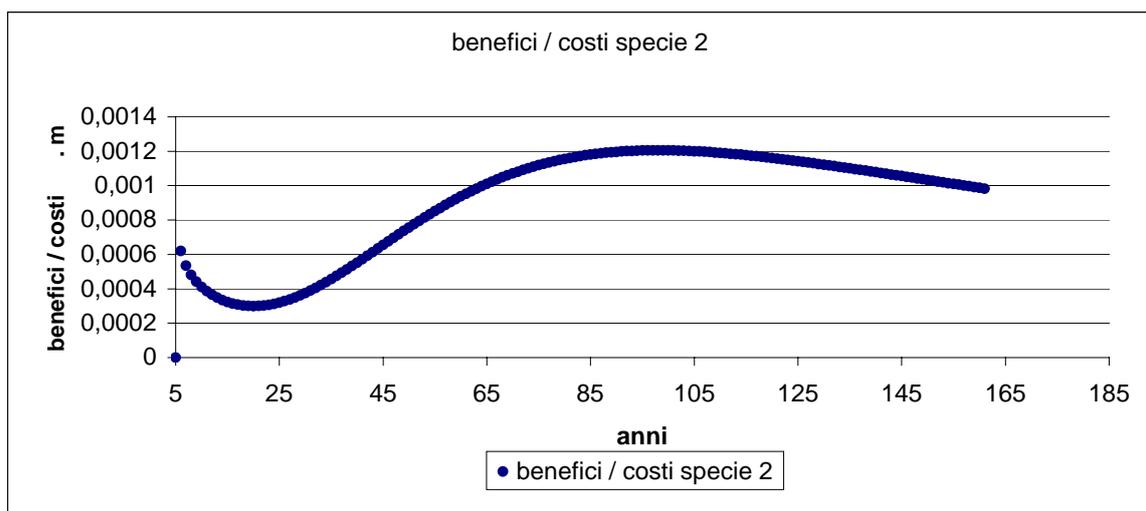
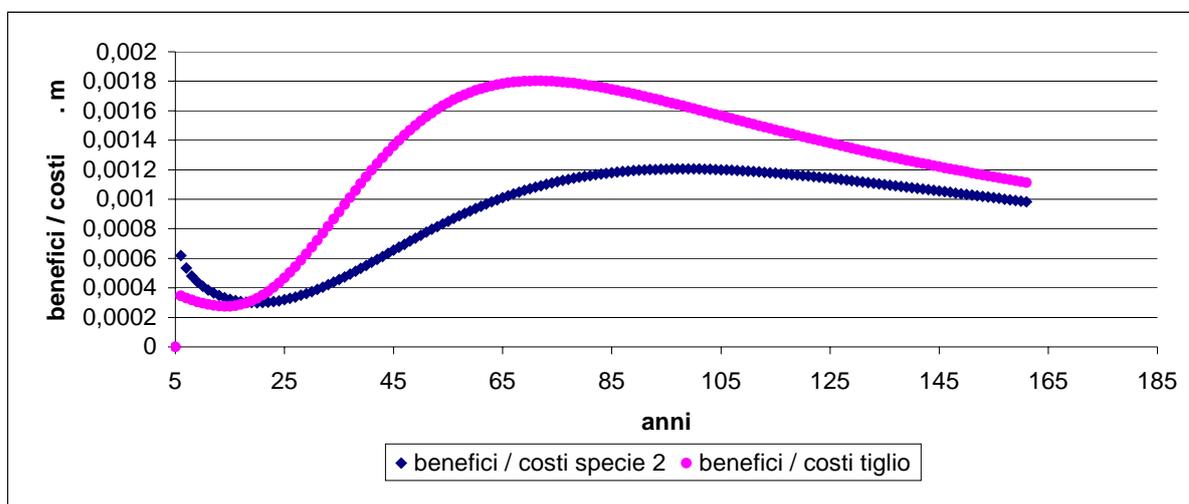


figura 5.2.7. incrementi marginali e costi della specie 2.

Se la curva di figura 5.2.7 da sola, come quella in figura 5.2.4 non sono molto esplicative, se non per l'andamento del rapporto costi benefici, possiamo metterle direttamente a confronto per trarre le dovute conclusioni (figura 5.2.8).



**figura 5.2.8. benefici costi di tiglio e la specie 2 a confronto.**

Dalla sovrapposizione delle curve risalta immediatamente che il tiglio da maggiori benefici per un tempo più lungo. Nel punto di incontro delle due curve otteniamo un'altra importante informazione in quanto se abbiamo un viale alberato a specie 2 e stiamo considerando di cambiare l'alberatura a tiglio, per gli evidenti benefici che ne derivano, sostituendo l'alberatura nel punto di incontro delle due curve sfrutteremo al massimo i benefici ottenibili dalla specie 2.

E' chiaro che sfruttare a pieno questo sistema bisogna costruire una curva di sviluppo per ogni specie che si intende utilizzare, ottenute queste curve e conoscendo i costi di espianto, messa in opera e gestione, si può utilizzare questo metodo a livello progettuale e previsionale rispetto ai costi di gestione. Rimane il problema, nella costruzione della curva di crescita, riguardante il reperimento dei dati reali. Una curva di sviluppo può essere estrapolata ove esistano viali con quella determinata specie, è unendo gli sforzi di diversi enti che si può ottenere un'ampia gamma di dati riguardanti le diverse specie di interesse.

C'è la necessità di fare un discorso un po' diverso nel caso in cui si vogliano confrontare i benefici ambientali di diverse specie, la causa è che nella creazione della curva di sviluppo della chioma bisogna fissare due limiti e cioè il volume minimo

(all'impianto) e il volume massimo raggiungibile dalla chioma. Questi due valori sono interspecifici, e facilmente si può intuire che difficilmente si può considerare allo stesso modo la chioma di una lagerstroemia e di un platano o un ippocastano. Chiaramente questo sistema avvantaggia le specie di prima e seconda grandezza, bisogna però considerare che gli spazi reali presenti nei viali e le vie di Udine, e di qualsiasi altra città, non sempre permettono l'utilizzo di piante ad ampio sviluppo. La scelta delle diverse specie rimane un problema di tipo progettuale e non di gestione.

## **6. CONCLUSIONI**

Il presente lavoro ha revisionato gli aspetti riguardanti la gestione del verde per quanto riguarda gli studi ed i software di gestione del verde le iniziative intraprese da amministrazioni ed enti sia locali che statali o multinazionali. L'analisi di questo materiale ha permesso di verificare quanti e quali passi sono stati svolti in questo campo che negli ultimi anni ha sempre più acquisito importanza a livello sociale, economico ed ambientale. Molti enti pubblici hanno cominciato un lungo cammino atto a migliorare la qualità del verde presente e a migliorarne la gestione, inoltre si è cercato di dare rigore alle nuove programmazioni ed al potenziamento di quelle vecchie.

Tuttavia nella maggioranza dei casi non esiste collaborazione fra le varie amministrazioni, per cui le varie iniziative non fanno parte di un patrimonio comune e nella maggior parte dei casi sono fini a se stesse.

I software analizzati in gran parte sono strumenti dalle potenzialità limitate con funzioni essenziali di archivio, solo in pochi casi si forniscono procedure che possano aiutare le amministrazioni nelle scelte e nella programmazione.

E' stato sviluppato in questa tesi un modello su basi quantitative che permette di effettuare delle valutazioni seguendo criteri diversi quali quello ambientale, quello estetico - storico, quello di sicurezza, quello biologico e quello economico.

Questo modello è facilmente adeguabile alle esigenze dall'utente che partendo dal data base può effettuare valutazioni, scelte, programmazione di interventi, in base ai criteri che lui stesso ha selezionato.

## 7. BIBLIOGRAFIA

A.D.M. srl. Home page: [www.adm.it](http://www.adm.it)

Ambrosi P., Cont C., Valentinotti R., **Protocolli innovativi per valutare la stabilità degli alberi.**

[http://www.riviste.provincia.tn.it/PPW/TerraTre.nsf/0/A7BC8A8C8F2E4396C1256DD7003DA619/\\$FILE/stabilit%C3%A0+alberi+ok.pdf?OpenElement](http://www.riviste.provincia.tn.it/PPW/TerraTre.nsf/0/A7BC8A8C8F2E4396C1256DD7003DA619/$FILE/stabilit%C3%A0+alberi+ok.pdf?OpenElement)

Arbor Training, centro di tree climbing specializzato.

Home page: [www.treeclimbing.it](http://www.treeclimbing.it)

Bisini C., (2005), **"PARCHI URBANI, I POLMONI VERDI DELLE CITTÀ, Breve storia del verde pubblico"**. Dalla Newsletter del Corpo Forestale dello Stato.

<http://legambientevelletri.it/spinosa/modules/news/article.php?storyid=319>

Booch G., Rumbaugh J. and Jacobson I., (1999), **The Unified Modelling Language User Guide**. Addison Wesley.

Bovo G., Ceccon F., Fogliato G., Maglietta P., Peano O., Vanzo A., (1995), **Regolamentazione dei lavori di ripristino conseguenti a manomissioni di aree verdi e alberate**. Acer n. 1 pp. 17-22.

Burns G.A., (1986), **Urban tree appraisal: the formula approach**. Journal of Forestry n. 1 pp. 18-49.

Chadwick L.C., (1975) **ASCA recommendations for modification of ISTC shade tree evaluation formula**. Journal of Arboriculture n. 2 pp. 35-38.

Cogo C., D'Alterio S., Semenzato M., (2002), **"Alberi a Marghera, DALLA CITTÀ GIARDINO AL VERDE URBANO"**; Provincia di Venezia - Assessorato alle Politiche Ambientali, Achab Editoria. p. 16.

<http://politicheambientali.provincia.venezia.it/pubblicazioni/alberi-marghera.pdf>

Comune di Aosta. **"Agenda 21"**. summit delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo, Rio de Janeiro nel 1992.

[http://agenda21.comune.aosta.it/cos\\_e\\_agenda21/agenda21.asp](http://agenda21.comune.aosta.it/cos_e_agenda21/agenda21.asp)

Comune di Forlì **"IL VERDE E LA CITTÀ"**

[http://www.delfo.forli-cesena.it/Cofo/cdstoria/Cdstoria/matteucci/pro\\_verde.htm](http://www.delfo.forli-cesena.it/Cofo/cdstoria/Cdstoria/matteucci/pro_verde.htm)

Comune di Milano. Home page: [www.comune.milano.it/index.html](http://www.comune.milano.it/index.html) alla pagina

<http://www.comune.milano.it/WebCity/documenti.nsf/weball/AE82FD80749CE5A0C12570440053A15C?opendocument>

Comune di Reggio Emilia - Assessorato Ambiente e Verde Pubblico. **"Storia del verde Reggiano"** <http://space.comune.re.it/phpambiente/storia1.htm>

Comune di Sant'Ilario, Provincia di Reggio Emilia. **"REGOLAMENTO DEL VERDE"** Approvato con deliberazione del Consiglio comunale n. 58, 20 ottobre 2003 In vigore dal 22 novembre 2003.

[http://progettare.pianotelematico.re.it/portal/page?\\_pageid=73,87595&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://progettare.pianotelematico.re.it/portal/page?_pageid=73,87595&_dad=portal&_schema=PORTAL)

Comune di Udine, Unità Organizzativa Gestione Verde Pubblico, (2006), **Consuntivo attività 2005 e programmi 2006 per la gestione del Verde Pubblico**. Udine, sala Aiace.

Cooper C. F., (1983), Carbon storage in managed forests. Canadian journal of forest research n. 13 pp. 155 – 166.

Crowther P. and Hartnett J., (2001), **Handling Spatial Objects in a GIS Database - Relational v Object Oriented Approaches**. Pubblicato in CD-ROM. David V. Pullar Publisher: "GeoComputation CD-ROM".

<http://www.geocomputation.org/2001/papers/crowther.pdf>

CTLA, (1992), **Guide for plant appraisal (8th ed.)**. ISA Champaign IL. pp. 41

Direttiva CEE 92/43 del 21 maggio 1992. fonte Gazzetta ufficiale europea.

D.M. n.1444-2/4/1968. Fonte Gazzetta Ufficiale.

D.P.R. n. 616 del 1977. Fonte Gazzetta Ufficiale.

D.R.E.AM., società D.R.E.A.M.. Home page: [www.gestireilverde.it](http://www.gestireilverde.it)

Futura sistemi informatica e ricerca. Home page: [www.ginve.it](http://www.ginve.it)

Gatto A. (Curatore), WWF Italia – ONLUS Aversa (CE), (2003), **“Proposta di regolamento comunale per la tutela e l’incremento del verde”**.

[http://66.249.93.104/search?q=cache:GrB1fgQxuOEJ:www.wwfaversa.it/regolam\\_ve\\_rde.htm](http://66.249.93.104/search?q=cache:GrB1fgQxuOEJ:www.wwfaversa.it/regolam_ve_rde.htm)

GEOPROGETTI, GEOPROGETTI Informatica s.r.l.

Home page: <http://www.geoprogetti.com/index.html>

Infovadis, Infovadis srl. Home page: [www.infovadis.it](http://www.infovadis.it)

ISA, International Society of Arboriculture, sezione italiana S.I.A. (Società Italiana di Arboricoltura). Home page: <http://www.isaitalia.org/index.html>

Legge Costituzionale n. 3 del 2001. Fonte Gazzetta Ufficiale.

Linnæambiente, Linnæambiente Ricerca Applicata.

Home page: <http://www.linnaea.it>

Lobis V., Brudi E., Maresi G., Ambrosi P., (2002), **Valutazione della stabilità degli alberi. Il SIA ed il metodo SIM**, Pubblicato in Sherwood n. 78 pp. 41-46

<http://www.tree-consult.org/images/pdf/eng/Italia%20Sherwood%202002.pdf>

Matteck C., Breloer H., (1998), **La stabilità degli alberi**. Il Verde Editoriale, Milano.

motori di ricerca: [www.google.it](http://www.google.it), [www.altavista.it](http://www.altavista.it), <http://scholar.google.com>,  
<http://portal.cilea.it/portal.cgi?DestApp=WOS&Func=Frame>.

Olig G. A., Miller R. W., (1997), **A Guide to Street Inventory Software**. USDA NA. pp. 151

Piovesana D., (2006), Tesi di laurea università di Udine: Interventi di afforestazione nella pianura friulana: aspetti qualitativi e produttivi

**Regolamenti del verde:** Comune di Cinisello Balsamo: Regolamento Urbano del Verde Pubblico, (Approvato con deliberazione C.C. n. 85 del 11/6/1996; integrato con deliberazione di C.C. n.176 del 17/12/1998); Comune di Ferrara: Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato, (Approvato con delibera di Consiglio Comunale progr. N. 80 Verb. N. 20 P.G. 3480 del 10/06/1998); Comune di Ladispoli: Regolamento Comunale per la tutela del Verde e delle Alberature, (Deliberazione del Consiglio Comunale n° 35/1999 e n° 81/2001); Comune di Livorno: Regolamento del Verde Urbano Pubblico e Privato del Comune di Livorno (Novembre 2002); Comune di Opera: Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato, (Entrato in vigore il giorno 1/10/2002); Comune di Pianoro: Regolamento Comunale per la gestione del Verde Pubblico e Privato (approvato con delibera del consiglio comunale n. 15 del 11/04/2003); Comune di Pinerolo: Regolamento Edilizio, Allegato 5: Norme per il Verde Urbano (giugno 2005); Comune di Riccione: Regolamento del Verde Urbano Pubblico e Privato, (Delibere C.C. n.70 del 25/07/2002 e C.C. n. 46 del 23/06/2005);

Comune di Rimini: Regolamento Comunale del Verde Urbano Privato e Pubblico e delle Aree Incolte (Approvato con deliberazione di C.C. n. 76 27/03/2001); Comune di Sala Bolognese: Regolamento del verde pubblico e privato, (Approvato con deliberazione n. 50/C.C. del 9.7.1998); Comune di Sant'Ilario D'Enza: Regolamento del Verde, (Approvato con deliberazione del Consiglio comunale n° 58 del 20 ottobre 2003 In vigore dal 22 novembre 2003); Comune di Sarezzo: Regolamento d'uso delle aree verdi, (Allegato alla deliberazione C.C. n. 8 del 31.3.2005); Comune di Savignano: Regolamento del verde pubblico e privato; Comune di Segrate: Regolamento Comunale per la tutela del Verde Urbano, (Approvato con deliberazione consiliare n. 119 del 16/09/2002); Comune di Soliera: Regolamento del verde, (Allegato alla delibera di C.C. n°16 del 12 marzo 1999); Comune di Tradate: Regolamento per la tutela del verde pubblico e privato, (maggio 2005); Comune di Venezia: Regolamento comunale per la tutela e la promozione del verde in città, (Adottato dal Consiglio comunale con deliberazione n. 111 nella seduta del 21/07/2003); Comune di Verbania: Regolamento per la tutela del verde di uso pubblico, di proprietà privata e del patrimonio arboreo, (Approvato con deliberazione di Consiglio Comunale n. 85 del 30 giugno 2003).

Reinartz H. e Schlag M., (1996), **Integrierte Baumkontrolle (IBA), Tagungsband zu den Westdeutschen Baumpflegetagen**, Köln (Colonia).

[http://www.tree-consult.org/images/pdf/de/IBA\\_renhartz\\_schlag.pdf](http://www.tree-consult.org/images/pdf/de/IBA_renhartz_schlag.pdf)

RISVEM: Progetto regionale **RISVEM: Ricerca sui Sistemi di Verde Multifunzionale in ambito toscano**. (Durata progetto ottobre 2003 - giugno 2006), Dr. Gianfranco Nocentini referente: [Gianfranco.nocentini@arsia.toscana.it](mailto:Gianfranco.nocentini@arsia.toscana.it)  
Home page <http://www.dspv.uniba.it/sanesi/risvem.htm>

RISVEM, (2004), **REVISIONE CRITICA DELLO STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA**, <http://www.dspv.uniba.it/sanesi/risvem.htm>

Rumbaugh J., Blaha M., Premerlani W., Eddy F. and Lorenzen W., (1991), **Object-Oriented Modeling and Design**, Prentice Hall.

Semenzato P., (2003), **Un piano per il verde Pianificare e gestire la foresta urbana**. Signum Padova editrice s.a.s.. Home page: [www.signumeditrice.it](http://www.signumeditrice.it)

SIS.TER, SIS.TER S.P.A. Home page: [www.SIS-TER.it](http://www.SIS-TER.it)

STATA, STATA 7.0 STATA corporation, College Station, Texas, USA.

Sterken P., (2005), **A Guide For Tree-Stability Analysis** second and expanded edition, Royal Belgian Library number: D2005PeterSterkenauteur;  
[www.isa-arbor.sk/dokumenty/Tree\\_stability\\_%20Engels\\_Peter%20Sterken.pdf](http://www.isa-arbor.sk/dokumenty/Tree_stability_%20Engels_Peter%20Sterken.pdf)  
Home page: [www.sterken.be](http://www.sterken.be)

Tomat E., Alberti G., Assolari S., Peressotti A., Gottardo E., Zerbi G., (2005) Aspetti produttivi di rimboschimenti di pianura in Friuli Venezia Giulia. *Forest@*, 2 (3): 306-310.

Tree-Consult, Sito dello Studio Tecnico di Fitostatica e Arboricoltura.

Home page: <http://www.tree-consult.it>

Picus: <http://www.tree-consult.it/PICUS.html>

URGE: Progetto europeo **URGE: Development of Urban Green Spaces to Improve the Quality of Life in cities and Urban Regions**. (Durata progetto: Marzo 2001 - Febbraio 2004). Contatto italiano: Amministrazione della regione Liguria: <http://www.regione.liguria.it/>  
Home page: <http://www.urge-project.ufz.de/default.htm>

Wessolly L. e Erb M., (1998), **Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle**. Patzer ed., Berlin, pp. 272.

Wessolly L., (1995), **Bruchdiagnose von Bäumen**. *Stadt und Gruen* n. 6 1995 pp. 416-424.

Wessolly L., (1996), **Standicherheit von Bäumen, das Kippverhalten ist geklärt**. Stadt und Gruen n. 4 1996 pp. 268-272.

Worpole K., (2005), **“Green at Heart”**. The Garden, JOURNAL OF THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY. volume 130 parte 11 pp. 810-813.

Zingarelli N.,(1971), Vocabolario della lingua italiana, decima edizione. Zanichelli editore.

## **RINGRAZIO:**

il prof Alessandro Peressotti per la disponibilità e la parola giusta al momento giusto;  
il Comune di Udine ed in particolare il dott. Andrea Maroè ed il dott. Emiliano Facchinetti per l'aiuto e l'interesse dimostrato;

i miei genitori e mio fratello che mi hanno sostenuto e sopportato anche nei momenti difficili;

Andrea Onagro per la pazienza, l'amicizia e gli utili consigli;

il dott. Giorgio Alberti per il corso pratico di carotaggio ed i contributi tecnici;

Elisa Tomat, Guido Fellet, Andrea Morelli e tutto il laboratorio del dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali per il supporto psicologico e pratico e per l'elevato grado di sopportazione;

Arturo Sandrigo e Stefano de Sabbata per il supporto tecnico - informatico;

Silvia Dellacasa perché non è mai mancata quando serviva;

un sentito ringraziamento a tutti gli amici e conoscenti che mi sono sempre vicini.